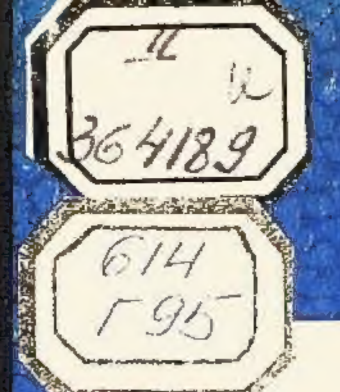


Гурский И. В.

Вода Иртыша

И. В. Гурскiй.

ВОДА



ВЪ

САНИТАРНОМЪ И ГИГIЕНИЧЕСКОМЪ

ОТНОШЕНIЯХЪ.

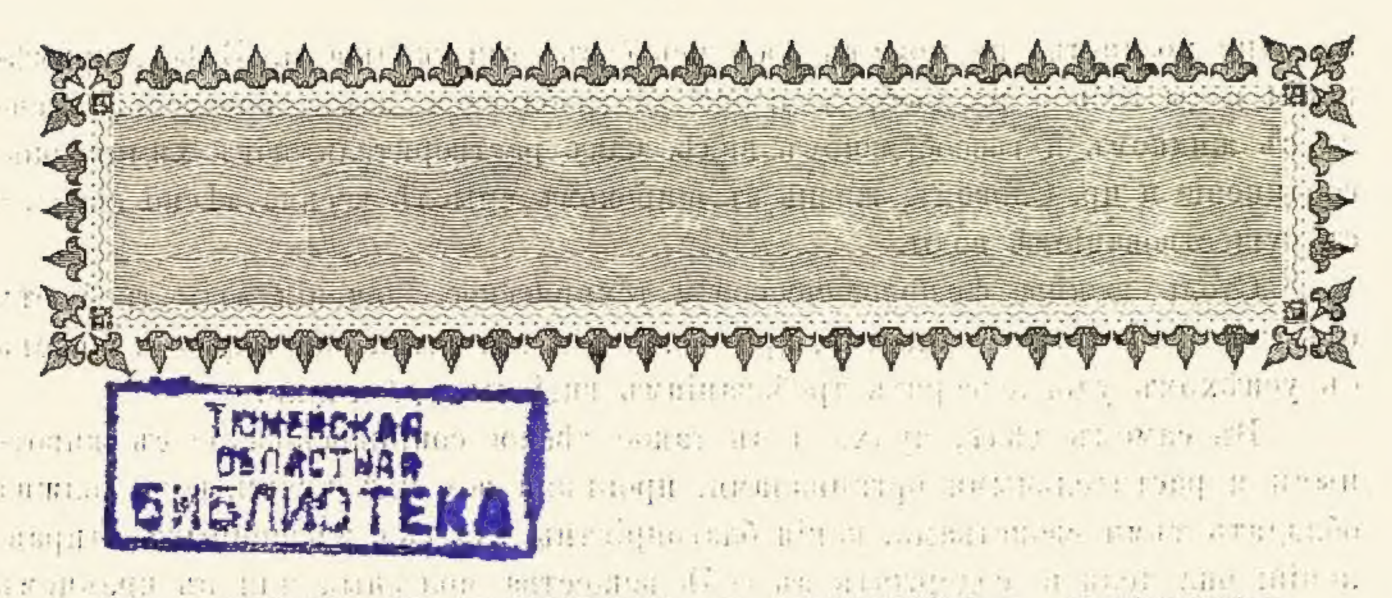
Физико-химическое изслѣдованie.



ТОБОЛЬСКЪ
Типографiя Губернскаго Правленiя
1892

Печатать дозволено. 15 декабря, 1892 года.

Отт[illegible] 893 г.".



ВОДА ИРТЫША ВЪ САНИТАРНОМЪ И ТЕХНИЧЕСКОМЪ ОТНОШЕНІЯХЪ.

(Физико-химическое изслѣдованіе).

Въ экономіи природы вода играетъ весьма важную роль. Наравнѣ съ воздухомъ и тепломъ, она есть главный факторъ органической жизни на землѣ и безъ нея немыслимо существованіе ни растительнаго, ни животнаго міра. Это важное значеніе воды въ жизни животныхъ и растеній обусловливается способностью ея растворять весьма многія вещества. Поэтому въ организмахъ животныхъ и растеній вода служитъ растворителемъ для другихъ веществъ и носителемъ питательнаго матеріала, поступающаго извнѣ. Процессъ питанія былъ бы положительно невозможнымъ безъ этой жидкости, да и другія жизненныя отправленія трудно представить себѣ безъ участія воды. По этой причинѣ, вода является постоянною составною частію всякаго живого существа и по количеству весьма значительно преобладаетъ надъ прочими составными частями организмовъ. Такъ въ человѣческомъ тѣлѣ она находится въ количествѣ 70% по вѣсу и только 30% приходится на долю прочихъ твердыхъ составныхъ частей тѣла. Въ тѣлѣ животныхъ заключается отъ 70 до 80% воды, а въ растеніяхъ 70—97%.

Участвуя въ процессѣ обмѣна веществъ, эта вода находится въ постоянномъ движеніи въ организмахъ. Она поступаетъ въ нихъ черезъ кишечный каналъ у животныхъ и черезъ корни у растеній, а выдѣляется черезъ кожу, легкими и почками у первыхъ и листьями у вторыхъ.

Равновѣсіе жизненныхъ процессовъ настолько существенно зависитъ отъ воды, что незначительный ея недостатокъ влечетъ для растеній увяданіе, а у животныхъ вызываетъ болѣзненные припадки и смерть. Насколько необходима вода для организма, понятно и изъ того, что смерть отъ жажды наступаетъ въ гораздо болѣе короткое время, чѣмъ отъ голода. Но кромѣ этого физіологическаго значенія и въ соціальной жизни человѣчества вода играетъ весьма важную роль, такъ какъ ни одно техническое производство,

ни одно хозяйство не можетъ обойтись безъ этой жидкости. Здѣсь, примѣненія воды весьма разнообразны: она употребляется, какъ двигательная сила въ жидкомъ и газообразномъ видѣ, какъ растворитель, какъ химическое соединеніе и пр. Словомъ, жизнь въ широкомъ смыслѣ весьма тѣсно связана съ существованіемъ воды.

Столь важное физіологическое и техническое значенія воды требуютъ отъ нея извѣстныхъ качествъ, при обладаніи которыми она только и можетъ съ успѣхомъ удовлетворять требованіямъ гигіены и техники.

Въ самомъ дѣлѣ, приходя въ такое тѣсное соприкосновеніе съ животными и растительными организмами, проникая всѣ ихъ ткани, вода должна обладать тѣми свойствами, какія благопріятны для ихъ жизненныхъ отправленій: она должна содержать въ себѣ вещества полезныя или въ крайнемъ случаѣ безвредныя для организмовъ. Соблюденіе этого условія обезпечиваетъ плодородіе почвы для растеній и употребленіе здороваго питья для человѣка и животныхъ. Но значеніе воды въ животномъ и растительномъ царствахъ далеко не одинаково и для перваго часто бываетъ положительно вредна такая вода, какая для второго является въ высшей степени благопріятною. Поэтому годность воды для растеній и для животныхъ составляетъ два совершенно отдѣльныхъ вопроса, и мы займемся только послѣднимъ вопросомъ, т. е. о пригодности воды для животныхъ и преимущественно для человѣка, или вопросомъ о значеніи воды въ санитарномъ отношеніи. Техника также предъявляетъ извѣстныя требованія къ употребляемой ею водѣ. Поэтому въ предлагаемомъ трудѣ будетъ разсмотрѣнъ и этотъ вопросъ, насколько то позволитъ произведенное нами физико-химическое изслѣдованіе.

Вопросъ о санитарномъ значеніи воды въ своихъ частностяхъ является вопросомъ не вполнѣ рѣшеннымъ, или по крайней мѣрѣ спорнымъ. Что для человѣка нужна свѣжая и здоровая вода и что вода, не обладающая этими качествами, порождаетъ болѣзненныя явленія въ организмѣ—съ этимъ принципіально соглашаются всѣ. Но какъ вопросъ о томъ, какую воду считать здоровою или, по крайней мѣрѣ, безвредною съ точки зрѣнія ея физико-химическихъ свойствъ, такъ и вопросъ, насколько негодная вода можетъ служить причиной заболѣваній и какихъ именно, различными авторами рѣшается различно.

Извѣстно, что всѣ естественныя воды далеко не представляются химически чистыми и всегда содержатъ въ себѣ примѣсь постороннихъ веществъ минеральнаго и органическаго происхожденій. Вещества эти попадаютъ въ рѣчную воду частію изъ почвы, по которой протекаетъ рѣка, частью же происходятъ отъ другихъ причинъ, какъ напр., отъ засоренія рѣкъ нечистотами населенія, живущаго вдоль ихъ береговъ. Одна часть этихъ примѣсей переходитъ въ растворъ, какъ напр., различныя соли, другая же остается въ нерастворенномъ видѣ и виситъ въ водѣ, подобно пыли, дѣлая ее мутной,—это такъ называемыя суспендированныя или механически взвѣшенныя вещества. Эти послѣднія по своей нерастворимости не имѣютъ боль-

шого санитарнаго значенія, исключая развѣ только организованныхъ примѣсей, да и при томъ отъ нихъ легко избавиться фильтрованіемъ. Гораздо большее значеніе для здоровья человѣка имѣютъ растворимыя въ водѣ вещества. Естественныя воды часто заключаютъ въ растворѣ такія вещества, которыя, или абсолютно, или при извѣстномъ количественномъ отношеніи, вредны для здоровья. Поэтому то присутствіе такихъ вредныхъ примѣсей или вовсе не желательно, или должно быть ограничено извѣстнымъ предѣломъ, почему и вопросъ о годности, или безвредности данной воды, съ точки зрѣнія химическаго анализа, сводится къ тому, какія максимальныя количества изъ растворенныхъ въ этой водѣ веществъ могутъ быть допускаемы безъ вреда для здоровья потребителей. По этому вопросу до сихъ поръ еще существуетъ разногласіе, и мы приведемъ здѣсь для сравненія нѣсколько авторитетныхъ мнѣній.

Профессоръ Бунге, въ своей „Химической технологіи воды", говоритъ, что вода годна для питья, если она безцвѣтна, прозрачна, не имѣетъ запаха и не содержитъ микроорганизмовъ. Она не должна содержать въ литрѣ болѣе 0,5 грам. растворенныхъ солей, при чемъ извести не болѣе 0,004, органическихъ веществъ не болѣе 0,05, сѣрной кислоты не болѣе 0,063 и хлора не болѣе 0,008. Химическій составъ воды и ея температура въ теченіе года должны быть по возможности постоянны, при чемъ температура не должна понижаться ниже 6°С., а подниматься выше 12°С. Вода должна быть насыщена кислородомъ и угольной кислотой.

Веймарская комиссія, при изслѣдованіи водъ Саксенъ-Веймарскаго великаго герцогства, принимая главнымъ образомъ въ соображеніе мнѣніе вѣнской комиссіи, установила приблизительно тѣ же условія годности воды для питья.

На шестомъ международномъ фармацевтическомъ конгрессѣ въ Брюсселѣ, по вопросу объ изслѣдованіи воды, постановлено было слѣдующее:

Вода, служащая для питья, съ точки зрѣнія гигіены и физіологіи, должна отвѣчать нижеслѣдующимъ требованіямъ:

Она должна быть прозрачна, безцвѣтна, безъ запаха, и свободна отъ суспендированныхъ веществъ.

Она должна содержать въ растворѣ воздухъ и опредѣленное количество угольной кислоты. Воздухъ, растворенный въ ней, долженъ быть богаче кислородомъ, чѣмъ обыкновенный атмосферный.

Она не должна содержать на литръ болѣе 20 мгр. органическаго вещества (вычисленнаго въ видѣ щавелевой кислоты) и не должна содержать азота. Азотистыя органическія вещества, при окисленіи марганцово-каліевой солью, на литръ воды не должны давать болѣе 0,1 мгр. бѣлковаго азота.

Она не должна содержать болѣе 0,5 мгр. аміака на литръ. Литръ воды не долженъ содержать болѣе:

0,5 грм. минеральныхъ солей,
60 мгрм. сѣрнаго ангидрида,

8 — хлора,
2 мгрм. азотнаго ангидрида,
200 — окисей щелочныхъ земель,
30 — кремнія,
3 — желѣза.

Вода для питья не должна содержать азотистыхъ солей, сѣро-водорода, сѣрнистыхъ металловъ, солей металловъ, осаждаемыхъ сѣроводородомъ или сѣрнистымъ аммоніемъ, кромѣ слѣдовъ желѣза, аллюминія или магнія.

Tiemann и Kübel, въ „Руководствѣ къ иcлѣдованію воды", даютъ слѣдующія предѣльныя величины: для азотной кислоты 0,15 грм. на литръ, для хлора 0,03, для сѣрной кислоты 0,1 и для плотнаго остатка 0,5. На окисленіе растворенныхъ органическихъ веществъ не должно итти, по ихъ мнѣнію, болѣе 0,008 грм. марганцовой соли; кромѣ того вода не должна содержать совсѣмъ или только слѣды азотистой кислоты и аміака.

Парксъ, по количеству постороннихъ примѣсей, дѣлитъ воду на четыре категоріи:

1) Чистая и здоровая вода должна быть прозрачна, содержать не болѣе 0,114 грм. сухого остатка (кромѣ извести, которой возможное количество можетъ доходить до 0,2 грм.); потеря при прокаливаніи сухого остатка не болѣе 0,014; допускаются слѣды сѣрно-кислой извести, нитратовъ и аміака, но азотистой кислоты не должно быть.

2) Годная еще къ употребленію вода прозрачна, безъ запаха и вкуса, съ незначительнымъ содержаніемъ суспендированныхъ веществъ. Плотный остатокъ не болѣе 0,43; допускаются лишь ничтожные слѣды аміака, азотной и азотистой кислотъ; органическія вещества не должны превышать 0,04.

3) Подозрительная вода, которая должна быть употребляема только послѣ фильтрованія, мутна, содержитъ болѣе 0,43 плотныхъ частей; плотный остатокъ ея при прокаливаніи замѣтно чернѣетъ, она обезцвѣчиваетъ значительныя количества хамелеона и даетъ сильную реакцію на аміакъ, азотную и азотистую кислоты.

4) Нечистая вода, которую можно пить только послѣ систематическаго очищенія, настолько мутна, что не можетъ быть освѣтлена грубымъ процѣживаніемъ. Она содержитъ болѣе 0,7 грм. плотныхъ частей и болѣе 0,057 органическихъ веществъ; при прокаливаніи сухого остатка, онъ сильно чернѣетъ и издаетъ запахъ пригорѣлаго рога; эта вода быстро обезцвѣчиваетъ значительныя количества минеральнаго хамелеона.

Швейцарское общество химиковъ-аналитиковъ предлагаетъ слѣдующія нормы для сужденія о свойствахъ воды, годной для питья: вода не должна имѣть явственнаго цвѣта, не должна быть мутною и обнаруживать постороннихъ запаха и вкуса. Критеріемъ состава должны быть слѣдующія предѣльныя числа:

1) Сухой остатокъ 500 мгр. на 1 литръ.
2) Окисляемость ($KMnO_4$) 10 —

3) Аміакъ (непоср.)—слѣды, послѣ перегонки 0,02 мгр.

4) Альбуминный NH_3—0,05

5) Азотистая кислота—не должна быть.

6) Азотная (N_2O_5)—20 мгр.

7) Хлоръ — 20 —

Всѣ приведенныя выше опредѣленія доброкачественности воды ясно показываютъ, что гигіенисты до сихъ поръ еще не пришли къ соглашенію относительно наиболѣе важныхъ примѣсей воды. Однако, несомнѣнно то, что хорошая вода должна обладать извѣстными химическими свойствами.

Какъ бы то ни было, но вопросъ о нахожденіи въ изслѣдуемой водѣ этихъ вредныхъ для здоровья примѣсей, долженъ быть существеннымъ вопросомъ при химическомъ анализѣ воды, употребляемой для питья. Къ этимъ вреднымъ и нежелательнымъ веществамъ относятся слѣдующія: минеральныя вещества, когда находятся въ значительномъ количествѣ, органическія вещества, аміакъ, азотная и азотистая кислоты, хлоръ, и сѣрносоли. Существуютъ многочисленныя наблюденія, доказывающія вредное вліяніе этихъ веществъ на человѣческій организмъ.

Значительныя количества неорганическихъ солей въ водѣ вредно дѣйствуютъ на отправленія кишечнаго канала. Вотъ почему, при перемѣнѣ мѣста жительства, а съ нимъ и воды, многіе въ началѣ страдаютъ разстройствомъ кишечнаго канала, пока не привыкнутъ къ новой водѣ.

Слабительное дѣйствіе такой воды, какъ показали изслѣдованія, пропорціонально содержанію въ ней нитратовъ, нитритовъ и сульфата магнія.

Но относительно большія количества извести (углекислой) достигающія по Парксу до 20 мгр., а по Цюреку даже 20—30 мгр., не дѣлаютъ воду негодною для питья. Такимъ образомъ, при эпидемическихъ болѣзняхъ кишечнаго канала (холерѣ), вода, богатая минеральными солями, и особенно вышеуказанными, можетъ расположить скорѣе къ заболѣванію.

Такое же слабительное дѣйствіе оказываетъ примѣсь даже небольшихъ количествъ органическихъ веществъ. Эрисманъ приводитъ въ примѣръ невскую воду, слабительное дѣйствіе которой на пріѣзжихъ, зависитъ, по всей вѣроятности, отъ органическихъ примѣсей, такъ какъ количество минеральныхъ солей въ ней весьма мало. Тоже извѣстно относительно американскихъ рѣкъ Миссисипи, Миссури, Ріо-Гранде, но Парксъ приписываетъ это дѣйствію суспендированныхъ веществъ. Вообще поносъ, по мнѣнію Эрисмана, составляетъ первое болѣзненное явленіе, обнаруживающееся послѣ поступленія въ желудокъ гніющихъ органическихъ веществъ. Многіе авторы, на основаніи своихъ наблюденій, приписываютъ водѣ, загрязненной гніющими органическими веществами, особенно человѣческими экскрементами, появленіе катарровъ пищеварительнаго канала и дезинтеріи. Впрочемъ, Эрисманъ нѣсколько ограничиваетъ вліяніе органически нечистой воды въ послѣднемъ случаѣ. По его мнѣнію, вода съ гніющими примѣсями вызываетъ только предрасположеніе къ заболѣванію, самое же заболѣваніе зависитъ отъ спе-

цифическаго яда (зародыша) этой болѣзни, попадающаго въ воду съ экскрементами больныхъ. Но, по мнѣнію Вирхова, нечистая вода и сама по себѣ можетъ вызывать дезинтерію, такъ какъ причиной этой болѣзни онъ считаетъ главнымъ образомъ гнилостное распаденіе содержимаго кишекъ.

Аміакъ, азотистая и азотная кислоты въ естественныхъ водахъ генетически тѣсно связаны между собою и съ органическими примѣсями. Будучи вредны сами по себѣ только въ значительныхъ количествахъ, вызывая тогда разстройства пищеваренія, вещества эти все таки не желательны въ водѣ, употребляемой для питья, такъ какъ онѣ являются продуктами распаденія азотистыхъ органическихъ веществъ и, слѣдовательно, несомнѣнно указываютъ, что эти послѣднія находились или находятся въ данной водѣ. Здѣсь важный вопросъ составляетъ количественное отношеніе азотной и азотистой кислотъ. Количественный перевѣсъ азотистой кислоты надъ азотной указываетъ на несовершенное окисленіе органическихъ примѣсей и уменьшаетъ слѣдовательно достоинства воды. Преобладаніе же азотной кислоты или ея исключительное нахожденіе указываетъ на болѣе или менѣе полное разрушеніе (окисленіе) вредныхъ органическихъ веществъ.

Хлоръ, въ видѣ хлористыхъ щелочей, особенно хлористаго натрія, не можетъ имѣть непосредственно вреднаго вліянія на здоровье, но такъ какъ, по мнѣнію Цюрека, присутствіе значительныхъ количествъ хлористыхъ щелочей почти всегда обуславливаетъ значительныя количества другихъ болѣе вредныхъ веществъ, особенно сульфата кальція, то этотъ изслѣдователь ограничиваетъ количество хлора въ водѣ для питья 0,1 грм. на 1 литръ. Точно также вредно большое количество сѣрокислыхъ солей и особенно гипса. Присутствіе этихъ солей затрудняетъ растворимость бѣлковыхъ веществъ и вызываетъ разстройство пищеваренія. Кромѣ того, гипсъ въ значительныхъ количествахъ можетъ служить источникомъ образованія въ водѣ сѣроводорода.

Нахожденіе извести и магнезіи въ значительныхъ количествахъ въ водѣ, употребляемой для питья, нѣкоторые авторы считаютъ причиной эндемическаго распространенія зоба и кретинизма; другіе (Сентъ-Лагеръ) приписываютъ появленіе этихъ болѣзней дѣйствію солей тяжелыхъ металловъ, находящихся въ водѣ, употребляемой для питья населеніемъ. Но на ряду съ этимъ, существуютъ также наблюденія, противорѣчащія этимъ положеніямъ, и надо согласиться вмѣстѣ съ Эрисманомъ, что значеніе воды, служащей для питья, по отношенію къ происхожденію зоба и кретинизма еще сомнительно и неопредѣленно. Точно также мало выяснено и значеніе жесткой воды при заболѣваніи каменной болѣзнью. Что касается роли воды въ распространеніи инфекціонныхъ болѣзней, каковы брюшной тифъ, холера и пр., то химическій составъ воды здѣсь можетъ имѣть только косвенное значеніе. Въ водѣ, загрязненной гніющими органическими веществами легче могутъ развиваться зародыши микроорганизмовъ, обусловливающихъ собою появленіе этихъ болѣзней, да и самая такая вода, раздражая слизистую обо-

лочку пищеварительнаго канала, какъ говорено было выше, можетъ сдѣлать ее болѣе воспрiимчивой къ заболѣванiю.

Вопросъ же о причинахъ этихъ болѣзней составляетъ задачу бактерiоскопическаго изслѣдованiя воды. Изслѣдованiю этому въ послѣднее время многiе придаютъ большое значенiе въ рѣшенiи вопроса о распространенiи эпидемiй. Такъ Швейцарское общество химиковъ-аналитиковъ въ программу изслѣдованiя воды включило, наравнѣ съ физическимъ и химическимъ, и бактерiоскопическое изслѣдованiе. Но такое изслѣдованiе воды другiе ученые считаютъ еще преждевременнымъ, какъ заявлено было на послѣднемъ съѣздѣ врачей въ С.-Петербургѣ г. Ковальковскимъ, въ его „Способахъ изслѣдованiя и оцѣнки воды въ санитарномъ отношенiи," гдѣ онъ говоритъ, что „опредѣленiе въ водѣ количества низшихъ организмовъ, не давая ничего новаго въ санитарной оцѣнкѣ воды, лишь можетъ подтвердить тѣ выводы, которые можно сдѣлать на основанiи другихъ способовъ изслѣдованiя", т. е. физическаго и химическаго.

Микроскопическое изслѣдованiе воды, по словамъ Тэгартена, на присутствiе растительныхъ и животныхъ организмовъ въ настоящее время также оставляютъ, такъ какъ неизвѣстно ни одного случая заболѣванiя отъ питья воды, содержащей зародыши водорослей и инфузорiй. Поэтому, говоритъ онъ, рѣшающее значенiе въ оцѣнкѣ воды должно пока еще принадлежать физическому и химическому изслѣдованiямъ.

Физическое изслѣдованiе.

При опредѣленiи достоинствъ всякой воды, употребляется ли она для питья, или для техническихъ цѣлей, прежде всего обращаютъ вниманiе на ея физическую чистоту, т. е. на степень ея загрязненiя другими веществами. Это видимое загрязненiе воды можетъ происходить или отъ присутствiя въ водѣ не растворимыхъ механически взвѣшенныхъ веществъ, обусловливающихъ извѣстную степень мутности воды, или же отъ присутствiя въ водѣ растворенныхъ красящихъ веществъ, придающихъ ей извѣстную окраску. Послѣдняго рода явленiе замѣчается сравнительно рѣдко и преимущественно въ водахъ стоячихъ. Текучiя же воды если и содержатъ иногда красящiя вещества, то обыкновенно въ столь незначительномъ количествѣ, что въ обыкновенномъ состоянiи пигменты эти не могутъ быть замѣчены и обнаруживаются болѣе явственной окраской только при значительныхъ сгущенiяхъ изслѣдуемой воды.

Механически взвѣшенныя или, какъ ихъ обыкновенно называютъ, суспендированныя вещества составляютъ главную причину мутности воды и нерѣдко придаютъ ей извѣстный цвѣтъ. Вслѣдствiе своей весьма незначительной величины, иногда неуловимой для простого глаза, а также и незначи-

тельнаго вѣса, вещества эти, подобно пыли, висятъ въ водѣ и дѣлаютъ, ее при разсматриваніи па свѣтъ, непрозрачной, мутной. По своей природѣ, вещества эти могутъ быть минеральнаго или органическаго происхожденія. Минеральныя примѣси состоятъ обыкновенно изъ тѣхъ же веществъ, какія составляютъ и русло рѣки. Здѣсь всегда можно найти кремнеземъ, въ видѣ чрезвычайно тонкихъ песчинокъ, глиноземъ, или окись аллюминія, въ видѣ мелкихъ частичекъ глины, частички мѣла, или углекислой извести и пр. Органическія примѣси бываютъ или растительнаго происхожденія, какъ-то частички корневыхъ волосковъ и др. растительныхъ тканей, или животнаго:—разныя животные отбросы и выдѣленія животныхъ организмовъ. Какъ растительныя, такъ и животныя вещества, суспендированныя въ водѣ, подвергаются постоянному процессу разложенія (гніенію) и этимъ обусловливаютъ большую или меньшую порчу воды.

Переходя къ изслѣдованію чистоты воды р. Иртыша, удобнѣе всего начать ея изученіе съ того времени, когда она бываетъ наиболѣе чиста, т. е. содержитъ меньше всего мути, и затѣмъ постепенно прослѣдить измѣненіе чистоты воды въ теченіи цѣлаго года. Такимъ образомъ получится болѣе или менѣе полная картина годового измѣненія этого важнаго свойства иртышной воды.

Это время наибольшей чистоты для иртышной воды совпадаетъ приблизительно съ срединой зимняго времени, т. е. обнимаетъ собою декабрь, январь и февраль мѣсяцы. Въ этотъ періодъ иртышная вода представляетъ слѣдующія физическія свойства. При разсматриваніи толстыхъ слоевъ ея (болѣе 5 дециметровъ), при проходящемъ свѣтѣ, она кажется слегка зеленовато-желтой: прозрачность ея настолько совершенна, что черезъ слой, толщиною въ 30 сантиметровъ, можно ясно читать обыкновенный печатный шрифтъ. При отстаиваніи въ высокихъ стеклянныхъ сосудахъ въ теченіи недѣли, она даетъ лишь весьма незначительный блѣдносѣрый тонкій осадокъ. Фильтруется даже черезъ плотную бумагу быстро и равномѣрно, очень мало засоряя фильтръ. При кипяченіи, при дѣйствіи крѣпкихъ кислотъ (соляной, азотной, сѣрной и уксусной), а также окисляющихъ веществъ и смѣсей, какъ марганцовокаліевой соли, смѣси двухромокаліевой соли съ сѣрной кислотой и смѣси бертолетовой соли съ азотной кислотой, иртышная вода не высказываетъ замѣтныхъ измѣненій въ физическихъ свойствахъ, и, обработанная этими способами, даетъ при отстаиваніи не большій осадокъ, какъ и въ обыкновенномъ состояніи. Вѣсъ одного литра такой воды при 4°С. составляетъ около 1000,21 грм., слѣдовательно вѣсъ одного кубическаго сантиметра, или плотность ея будетъ 1,00021. Профильтрованная дважды чрезъ бумажный фильтръ, вѣситъ въ количествѣ литра 1000,2 грм. Изъ сравненія этихъ величинъ между собою и съ нормальной плотностью воды можно сдѣлать приблизительное заключеніе о двухъ другихъ. Именно здѣсь, во первыхъ, видно, что количество суспендированныхъ веществъ въ иртышной водѣ зимняго времени составляетъ около 0,01 гр. на литръ и, во вторыхъ, количе-

ство растворенныхъ въ ней веществъ должно равняться приблизительно 0,2 грм. на литръ. И, дѣйствительно, непосредственныя опредѣленія подтвердили эти выводы съ большой достовѣрностью. Для опредѣленія механически взвѣшенныхъ примѣсей, иртышная вода въ опредѣленномъ количествѣ подвергалась двукратному процѣживанію через бумажный фильтръ, предварительно высушенный при 100° С. и взвѣшенный, по окончаніи фильтрованія, фильтръ съ осадкомъ былъ снова высушенъ при той же температурѣ и опять взвѣшенъ. Разность двухъ взвѣшиваній показываетъ количество суспендированныхъ веществъ, осѣвшихъ на фильтрѣ при процѣживаніи воды. Изъ десяти сдѣланныхъ опредѣленій въ декабрѣ, январѣ и февралѣ мѣсяцахъ, причемъ каждый разъ бралось отъ 2-хъ до 3-хъ литровъ воды, всѣ почти дали одинаковыя количества суспендированныхъ примѣсей и среднее, взятое изъ этихъ величинъ, оказалось весьма близкимъ къ выведенной выше величинѣ, т. е. составляло около 0,001% или 0,01 грм. на литръ. Количество растворенныхъ въ иртышной водѣ веществъ въ зимніе мѣсяцы опредѣлено было тоже нѣсколько разъ, причемъ брались каждый разъ различныя опредѣленныя количества дважды профильтрованной воды. Выпариваніе производилось сначала въ фарфоровой чашкѣ, а когда жидкость достигала малаго объема, она переносилась на часовое стекло и здѣсь уже выпаривалась досуха при осторожномъ нагрѣваніи; остатокъ высушивался еще нѣкоторое время при t°100—120° С. и затѣмъ, по охлажденіи въ эксикаторѣ, взвѣшивался вмѣстѣ съ стекломъ. Такъ какъ вѣсъ часоваго стекла былъ точно опредѣленъ заранѣе, то отсюда по разности опредѣлялся вѣсъ сухого остатка.

Всѣ величины, найденныя такимъ способомъ для сухого остатка въ декабрѣ, январѣ и февралѣ мѣсяцахъ оказались весьма близкими между собою и приблизительно составляли около 0,2 грм. на литръ. Опредѣленія, произведенныя въ теченіе цѣлаго года показали, что количество растворенныхъ въ иртышной водѣ веществъ измѣняется въ предѣлахъ приблизительно между вышеуказаннымъ и 0,32 грм. на литръ. Такимъ образомъ 0,2 грм. представляетъ minimum и принадлежитъ зимнимъ мѣсяцамъ, максимальныя же величины около 0,32 грм. приходятся на апрѣль, май и іюнь мѣсяцы. Это увеличеніе растворенныхъ веществъ, составляющее, слѣдовательно, около 0,12 грм. на литръ, надобно приписать преимущественно органическимъ примѣсямъ и лишь въ незначительной степени минеральнымъ, какъ будетъ показано дальше.

Несравненно въ большихъ предѣлахъ колеблется количество суспендированныхъ веществъ по временамъ года. Крайними предѣлами для этого рода примѣсей будутъ 0,01 и 0,27 грм. на литръ. И здѣсь, какъ сказано было выше, minimum приходится на зимніе мѣсяца декабрь, январь, февраль и въ это время, вслѣдствіе малаго количества мути иртышная вода является наиболѣе прозрачной, а съ увеличеніемъ количества суспендированныхъ веществъ пропорціонально уменьшается и прозрачность. Зависимость между увеличеніемъ количества механическихъ примѣсей и уменьше-

ніемъ прозрачности, какъ показали параллельныя опредѣленія того и другаго, проявляется столь правильно, что по измѣненію прозрачности воды можно приблизительно опредѣлять и количество суспендированныхъ примѣсей. Способъ, примѣненный для опредѣленія прозрачности, весьма простъ и удобенъ для выполненія. Цилиндрическій сосудъ въ 3 децим. высоты и 3 сантиметра въ діаметрѣ изъ чистаго бѣлаго стекла наполняется изслѣдуемой водой и ставится на хорошо освѣщенную, напримѣръ, прямымъ солнечнымъ свѣтомъ, бѣлую поверхность.

На поверхность воды кладется кружечекъ бумаги съ печатными словами, напримѣръ, вырѣзанный изъ книги и меньшаго діаметра, чѣмъ діаметръ цилиндра. Далѣе, конецъ тонкой, длинной проволоки загибаютъ въ кольцо еще меньшаго діаметра и даютъ кольцу положеніе вертикальное къ стержню проволоки. Если теперь приложить кольцо проволоки къ плавающему кружку бумаги и, постепенно опуская проволоку въ цилиндръ, погружать такимъ образомъ и бумажный кружокъ, сохраняя его горизонтальное положеніе, то, если смотрѣть на кружокъ сверху чрезъ все болѣе увеличивающійся слой жидкости, при постепенномъ погруженіи бумажнаго кружка, настанетъ, наконецъ, моментъ, когда напечатанныя на немъ слова не будутъ уже ясно различаться сверху чрезъ слой воды.

Толщина слоя воды отъ поверхности до этого положенія бумажнаго кружка и выразитъ собой прозрачность воды, т. е. покажетъ наибольшую толщину слоя воды, чрезъ который можно еще ясно читать печатный шрифтъ. Конечно, ясность наблюденія здѣсь въ значительной степени зависитъ отъ индивидуальныхъ особенностей наблюдателя, и одинъ будетъ ясно различать напечатанное при такомъ слоѣ жидкости, когда другой едва только будетъ замѣчать очертанія буквъ, но для одного и того же наблюдателя этотъ способъ можетъ дать весьма удовлетворительные результаты.

Главное же удобство его состоитъ въ томъ, что прозрачность здѣсь прямо можно выражать величиной столба жидкости, позволяющаго ясно разобрать обыкновенную печать, т. е. въ сантиметрахъ.

Въ теченіе всего минувшаго (1891-го) года я производилъ еженедѣльныя наблюденія надъ колебаніемъ количества суспендированныхъ веществъ въ иртышной водѣ и параллельно опредѣлялъ соотвѣтствующую прозрачность ея, и результаты этихъ изслѣдованій помѣщены въ приложенной здѣсь таблицѣ, гдѣ ряды, означенные буквой „a“, показываютъ въ сантиграммахъ количества суспендированныхъ веществъ, а подъ буквой „b“ выражена степень прозрачности въ сантиметрахъ соотвѣтственно указаннымъ выше числамъ мѣсяцевъ.

	Январь.					Февраль.				Мартъ.				Апрѣль.				
числа.	1	8	15	22	29	5	12	19	26	5	12	19	26	2	9	16	23	30
a.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	18
b.	30	30	30	30	30	30	30	30	29	27	26	24	23	19	16	13	9	5

	Май.				Іюнь.				Іюль.					Августъ.			
числа.	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27
a.	22	25	27	26	24	20	15	8	6	6	5	5	5	5	5	7	15
b.	3	1	1	1	2	4	9	19	23	23	25	25	25	25	25	21	9

	Сентябрь.				Октябрь.					Ноябрь.				Декабрь.			
числа.	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24
a.	19	21	22	22	21	20	15	10	7	6	4	2	1	1	1	1	1
b.	5	4	3	3	4	4	9	16	21	23	26	29	30	30	30	30	30

Изъ этой таблицы видно, что наибольшей чистотой иртышная вода обладаетъ въ теченіе 3-хъ зимнихъ мѣсяцевъ съ послѣднихъ чиселъ ноября до конца февраля, когда количество суспендированныхъ въ ней веществъ составляетъ лишь 0,01 грм. на литръ, а прозрачность достигаетъ 30 сантиметровъ. Но уже съ послѣдней недѣли февраля она начинаетъ мутиться и количество суспендированныхъ веществъ въ ней увеличивается въ каждую слѣдующую недѣлю на одинъ сантиграммъ въ теченіе пяти недѣль, т. е. до апрѣля мѣсяца. Если принять во вниманіе южное происхожденіе Иртыша, истоки котораго лежатъ подъ 46—47° с. ш., гдѣ въ концѣ февраля наступаетъ уже весна и верхнее теченіе рѣки очищается отъ льда, то станетъ понятнымъ такое раннее появленіе мути въ иртышной водѣ.

Въ апрѣлѣ количество механически взвѣшеннаго матеріала увеличивается въ первыя три недѣли на 2 и послѣднія двѣ на 3 сантиграмма. Это время прогрессивнаго таянія снѣга и вскрытія рѣки въ среднемъ ея теченіи. Въ маѣ мѣсяцѣ возрастаніе мутности продолжается и количество суспендированныхъ веществъ достигаетъ своего максимума (27 снтм.), а прозрачность минимума (1 снтм.) приблизительно около 21 числа, т. е. мѣсяцъ спустя послѣ средняго срока вскрытія рѣки.

И здѣсь увеличеніе мутности воды нужно приписать, главнымъ образомъ, размывающему дѣйствію снѣговыхъ водъ и лишь въ небольшой степени вліянію перепадающихъ въ это время дождей. Это заключеніе подтверждается и послѣдующими числами таблицы, такъ какъ съ послѣднихъ чиселъ мая, т. е. со времени изчезанія послѣдняго снѣга начинается и уменьшеніе мутности, которое идетъ особенно быстро въ теченіе всего іюня мѣсяца, и около средины іюля иртышная вода достигаетъ своей нормальной лѣтней чистоты, содержа въ это время около 5 сантиграммовъ осадка на литръ и обладая прозрачностію въ 25 сантиметровъ. Эти свойства она удерживаетъ въ теченіе пяти недѣль, а со второй половины августа количество механическихъ примѣсей въ ней снова начинаетъ возрастать настолько быстро, что въ срединѣ сентября достигаетъ своего осенняго максимума въ 22 сантиграмма на литръ, прозрачность же воды уменьшается до 3 сантиметровъ.

Это состояніе наибольшаго осенняго загрязненія длится приблизительно около 2-хъ недѣль, а въ октябрѣ опять начинается просвѣтленіе воды, которое идетъ чѣмъ дальше, тѣмъ быстрѣе и достигаетъ высшей своей степени лишь въ концѣ ноября. Таковы измѣненія чистоты иртышной воды въ теченіе цѣлаго года.

Чтобы изобразить эти измѣненія графически на основаніи приведенной таблицы, отмѣтимъ на оси абсциссъ времена наблюденій за весь годъ, а на оси ординатъ соотвѣтствующія этимъ временамъ количества механическихъ примѣсей и концы соотвѣтствующихъ отрѣзковъ ординатъ соединимъ кривою линіей.

Эта кривая и покажетъ годовое измѣненіе чистоты иртышной воды.

Лѣвый (большій) выступъ кривой соотвѣтствуетъ весеннему загрязненію воды, а правый (меньшій) осеннему; оба они въ своихъ кульминаціонныхъ точкахъ показываютъ максимумы механически взвѣшенныхъ веществъ въ иртышной водѣ въ эти времена года. Выгибъ между этими выступами и боковыя пониженія кривой, которыя представляютъ, какъ понятно само собою, также одинъ большой выгибъ, соотвѣтствуютъ первый—лѣтнему, а второй—зимнему минимумамъ нахожденія механическихъ примѣсей въ иртышной водѣ.

Глядя на изображенную кривую можно подумать, что впродолженіе всего года жители Тобольска пользуются чистой водой въ теченіе довольно короткаго времени, приблизительно мѣсяца четыре съ небольшимъ, а всѣ остальные восемь мѣсяцевъ пьютъ мутную воду. Но понятіе о чистотѣ воды на практикѣ (въ общежитіи) далеко не то, что даетъ изслѣдованіе. Въ обыденной жизни вода прозрачная въ малыхъ количествахъ считается уже чистою. Такъ, считая діаметръ обыкновеннаго чайнаго стакана равнымъ 6—7 сантиметрамъ, вода, черезъ стаканъ которой можно разобрать ясно мелкіе предметы, будетъ считаться чистой, несмотря на то, что такая вода, какъ видно изъ помѣщенной выше таблицы, при прозрачности въ 6 сантиметровъ, можетъ содержать до 18 сантиграммовъ механическихъ примѣсей.

Принимая такое опредѣленіе чистоты воды, мы видимъ, что періоды ея видимой доброкачественности значительно расширятся, а именно, какъ это видно изъ той же таблицы, въ зимній періодъ вода уже съ половины октября можетъ считаться чистой на видъ и не требующей фильтрованія, а въ апрѣлѣ она сносна еще и во второй половинѣ мѣсяца; слѣдовательно, зимній періодъ видимой чистоты иртышной воды доходитъ до шести мѣсяцевъ, т. е. увеличивается вдвое. Для лѣта точно также вода считается, видимо-чистою уже со второй половины іюня и до конца августа, т. е. вмѣсто пяти недѣль — десять. Такимъ образомъ при опредѣленіи видимой чистоты оказывается, что иртышная вода не нуждается въ фильтрованіи въ теченіе около восьми мѣсяцевъ и лишь четыре мѣсяца въ году она бываетъ загрязненной. Такъ обыкновенно и смотрятъ на ея доброкачественность въ обыденной жизни и прибѣгаютъ къ очищенію воды только тогда, когда она

кажется совсѣмъ мутною и содержитъ больше половины максимума механическихъ примѣсей. Но для того, чтобы пользоваться совершенно чистой иртышной водой, слѣдовало бы фильтровать ее все то время, какое указываетъ наша таблица наблюденій, т. е. съ начала марта до начала іюля для весенняго періода загрязненія воды и съ половины августа до половины ноября для осенняго періода.

Само собой разумѣется, что ни приведенная выше таблица наблюденій, ни начерченная по ней кривая чистоты иртышной воды за годъ не могутъ имѣть абсолютнаго значенія и по этимъ даннымъ нельзя судить о чистотѣ этой воды въ любое время. Извѣстно, что составъ воды вообще и въ частности составъ, а тѣмъ болѣе количество механически взвѣшенныхъ веществъ въ рѣчной водѣ не представляется постояннымъ и варьируетъ изъ года въ годъ. Это станетъ совершенно понятнымъ, если обратить вниманіе на многочисленность и измѣнчивость факторовъ, обусловливающихъ качество и количество суспендированныхъ веществъ.

Конечно, главною причиною весенняго загрязненія рѣчной воды надо считать размывающее дѣйствіе снѣговыхъ водъ. Протекая по громаднымъ пространствамъ бассейна рѣки, снѣговыя воды смываютъ съ поверхности земли массу механически взвѣшеннаго матеріала, преимущественно въ видѣ глины, песку и органическихъ веществъ и несутъ все это въ рѣку. Отсюда понятно, что чѣмъ обильнѣе снѣговыя воды, тѣмъ больше будетъ загрязненіе рѣчной воды, слѣдовательно, можно принять за правило, что степень весенняго загрязненія текучихъ водъ стоитъ въ прямой зависимости отъ количества снѣга въ бассейнѣ рѣки и быстроты таянія этого снѣга и что, слѣдовательно, наибольшему весеннему разливу рѣки соотвѣтствуетъ и наибольшее загрязненіе ея воды. Уже эти два фактора (количество снѣга и скорость таянія), при различныхъ комбинаціяхъ, могутъ до безконечности разнообразить количество суспендированныхъ веществъ въ рѣчной водѣ. Если сюда прибавить еще вліяніе весеннихъ дождей, вѣтренной погоды, сильно мутящей вообще ручьи и небольшія рѣчки и другія чисто случайныя причины, то не трудно будетъ понять, что лѣвый выступъ нашей кривой изъ года въ годъ долженъ подвергаться замѣтнымъ измѣненіямъ.

Но надо полагать, что измѣненія эти вообще не могутъ быть слишкомъ велики и что этотъ изгибъ кривой довольно близокъ къ истинѣ, какъ потому, что зима и весна въ бассейнѣ Иртыша представляются болѣе или менѣе постоянными, такъ и вслѣдствіе того, что время, когда произведены были эти наблюденія, не отличалось какими-либо метеорологическими особенностями.

Гораздо менѣе постояннымъ надо считать правый выступъ кривой, соотвѣтствующій осеннему загрязненію иртышной воды. Загрязненіе это обусловливается исключительно размывающею дѣятельностію дождевой воды и, слѣдовательно, въ годы съ сухой осенью выступъ этотъ можетъ уменьшиться до совершеннаго почти сглаживанія, тогда какъ въ очень сырую

осень онъ возрастетъ еще болѣе, чѣмъ на нашемъ чертежѣ. Осень 1891-го года была вообще богата дождями, такъ что величину нашего выступа можно считать близкой къ максимальной. Что касается до углубленій, образуемыхъ нашей кривой, то надо предположить, что они вообще подвержены малымъ колебаніямъ. Углубленіе, отвѣчающее лѣтнему періоду можетъ немного уменьшаться во время очень дождливаго лѣта и въ незначительной степени увеличиться при продолжительныхъ лѣтнихъ засухахъ. Углубленіе же, соотвѣтствующее зимнему времени наибольшей чистоты иртышной воды нужно считать почти абсолютно неизмѣннымъ, такъ какъ въ это время рѣка защищена отъ внесенія въ нее всякихъ постороннихъ веществъ.

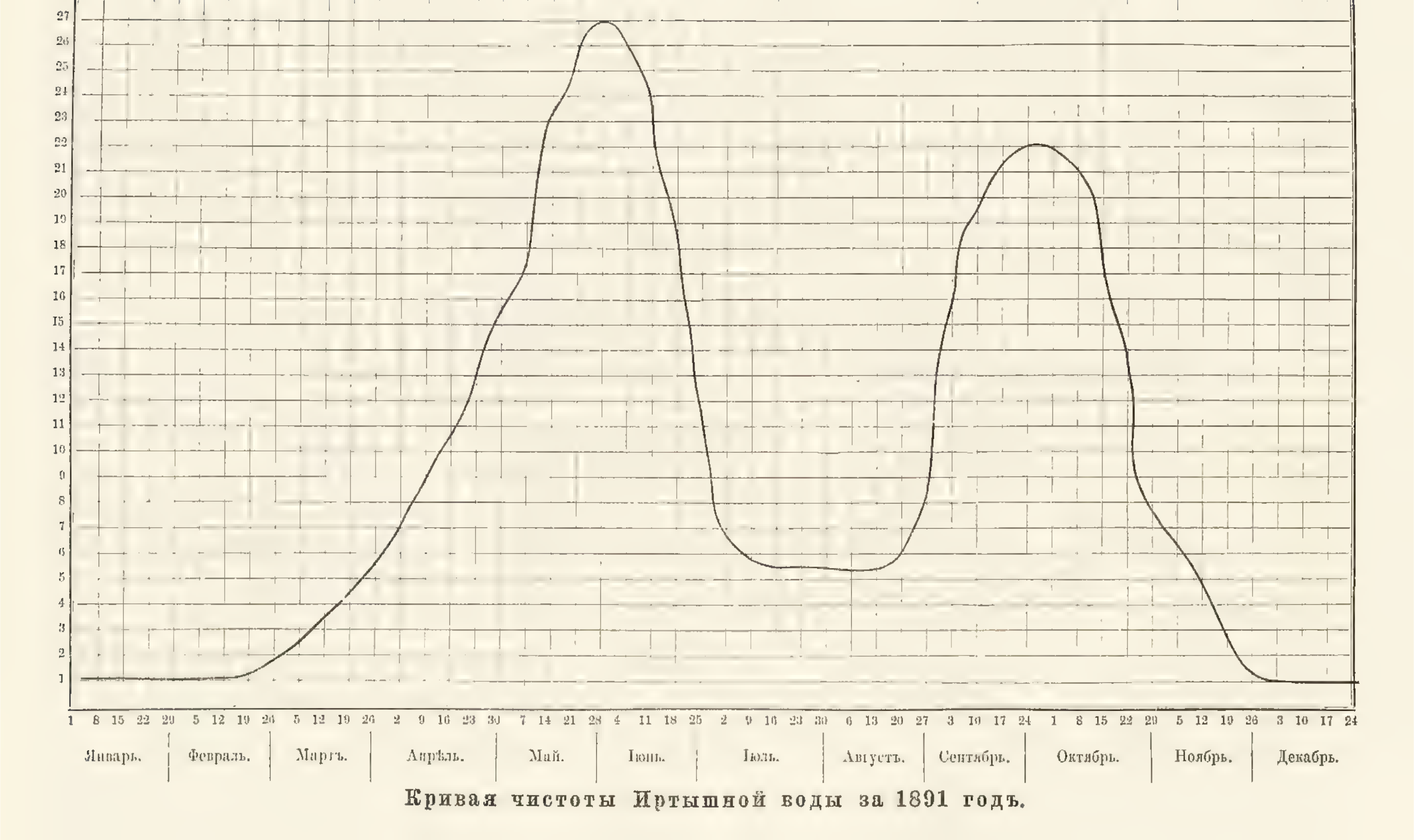
Такъ какъ значительная часть мутящаго матеріала какъ при весеннемъ, такъ и при осеннемъ загрязненіи рѣкъ вносится въ нихъ небольшими рѣчками и ручьями, а также происходитъ отъ размыванія береговъ рѣки ея собственными водами, то ясно, что весной и осенью у береговъ рѣчная вода должна быть болѣе мутна, чѣмъ на срединѣ рѣки. Вліяніе небольшихъ рѣчекъ и ручьевъ въ этомъ случаѣ нужно понимать въ томъ смыслѣ, что мутная вода ихъ при изліяніи въ рѣку не проникаетъ до средины ея и увлекаясь общимъ теченіемъ движется близко вдоль берега, медленно перемѣшиваясь съ рѣчной водой. Въ дѣйствительности нѣсколько изслѣдованій воды, взятой у береговъ Иртыша и на разныхъ разстояніяхъ отъ берега, подтвердили эти соображенія.

Наблюденія, произведенныя въ маѣ, іюнѣ и сентябрѣ мѣсяцахъ показали слѣдующее:

	Вблизи берега.	На $1/8$ ширины рѣки отъ берега.	На $1/4$.	На срединѣ рѣки.
Май	26	24	20	22
Іюнь	20	19	18	19
Сентябрь	21	18	15	17

Изъ этихъ данныхъ уже видно, что уменьшеніе мути по направленію отъ берега къ срединѣ идетъ приблизительно правильно въ ариѳметической прогрессіи, разность которой тѣмъ больше, чѣмъ больше степень загрязненія воды. Что касается четвертаго столбца цифръ, то здѣсь замѣчаемъ какъ будто противорѣчіе съ вышесказаннымъ, такъ какъ на срединѣ оказывается снова увеличеніе мути. Это объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что средина Иртыша у Тобольска есть линія близкая къ границѣ между собственно иртышной водой и водой Тобола,—границѣ столь ясно замѣтной еще подъ Тобольскомъ вслѣдствіе близости устья Тобола. По этой то причинѣ здѣсь по срединѣ рѣки протекаютъ мутныя береговыя воды Иртыша и Тобола, перемѣшиваясь болѣе или менѣе между собою на своемъ дальнѣйшемъ теченіи.

Здѣсь нахожу не лишнимъ оговориться, что всѣ наблюденія, приведенныя въ нашей таблицѣ и относящіяся къ составленію приведенной выше кривой, касаются лишь воды, взятой вблизи берега подъ городомъ и именно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ берется вода для снабженія ею жителей.



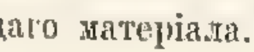
Кривая чистоты Иртышной воды за 1891 годъ.

Если бы мы, на основаніи нашей таблицы, захотѣли вывести среднюю величину чистоты иртышной воды, т. е. найти среднее содержаніе суспендированныхъ веществъ въ ней, то по общему способу пришлось бы взять сумму всѣхъ наблюденныхъ за годъ количествъ механическихъ примѣсей и раздѣлить ее на число наблюденій. Выведенное такимъ образомъ среднее дастъ 9,4423 сантиграммовъ механическихъ примѣсей на литръ иртышной воды. Если мы сюда прибавимъ 27 сантигрм. сухого остатка растворимыхъ въ иртышной водѣ веществъ, то получимъ величину въ 36,44 сантиграммовъ, представляющую количество всѣхъ вообще твердыхъ веществъ, заключающихся въ литрѣ иртышной воды.

Ниже приведены количества сухого остатка нѣкоторыхъ рѣкъ въ возрастающемъ порядкѣ и въ ряду ихъ ставимъ Иртышъ по найденной нами величинѣ.

Нева	55 млгрм. на литръ.
Дунай	117—234 — —
Донъ	144 — — —
Днѣпръ	187 — — —
Иртышъ	364 — — —
Темза	387 — — —

Изъ этого видно, что по количеству сухого остатка иртышная вода богаче приведенныхъ здѣсь четырехъ русскихъ рѣкъ и только немного уступаетъ въ этомъ отношеніи водѣ Темзы. Знаніе средней величины сухого остатка иртышной воды, а также и то, что количество сухого остатка въ водѣ Тобола, по сдѣланнымъ мною наблюденіямъ, почти тоже, что и для Иртыша, даетъ возможность сдѣлать еще нѣсколько интересныхъ выводовъ. Полагая количество сухого остатка въ рѣкѣ подъ Тобольскомъ равнымъ вышесказанному, т. е. 364 мгрм. на литръ и принимая во вниманіе, что ниже Тобольска Иртышъ не имѣетъ сколько нибудь значительныхъ притоковъ до впаденія въ Обь, можно вычислить приблизительно, конечно, какое количество твердыхъ веществъ вноситъ наша рѣка въ сѣверный океанъ. Въ самомъ дѣлѣ, ширина рѣки у Тобольска 279 саженъ, наибольшая глубина 8 саженъ, скорость же теченія равна 1 верстѣ въ часъ. По этимъ даннымъ можно вычислить площадь поперечнаго сѣченія Иртыша, равную 1400 квадратныхъ саженъ, а отсюда и количество воды, протекающей въ часъ.

Эта масса воды, вносимой Иртышемъ ежечасно въ океанъ, составляетъ около 700000 кубическихъ саженъ, или 6,798,431,000 литровъ. А такъ какъ каждый литръ иртышной воды содержитъ среднимъ числомъ 9,4423 сантиграмма механическихъ примѣсей, то, слѣдовательно, наша рѣка вноситъ въ океанъ 0,094423 . 6798431000 641928250 грм. 39157 пудовъ въ одинъ часъ, или 343,015,320 пудовъ въ годъ. Слѣдовательно, ежегодно Иртышъ уноситъ съ материка въ море, въ видѣ механическихъ примѣсей, въ видѣ этой только незамѣтной для глаза мути, болѣе 343 милліоновъ пудовъ твердаго матеріала.



Но это еще не все. Какъ мы видѣли, количество суспендированныхъ веществъ составляетъ лишь около одной четверти всего сухого остатка иртышной воды, слѣдовательно, количество всего вещества въ суспендированномъ и растворенномъ видѣ, уносимаго Иртышемъ въ море ежегодно, вчетверо превышаетъ указанное нами для механическихъ примѣсей, т. е. достигаетъ почтенной цифры одного милліарда 372 милліоновъ пудовъ. А такъ какъ эта масса твердыхъ веществъ навсегда теряется для материка и, осаждаясь въ океанѣ, измѣняетъ рельефъ его дна, то можно себѣ представить, какія громадныя количества твердаго вещества унесены уже нашей рѣкой въ море за все время ея существованія. Здѣсь мы видимъ примѣръ могучей геологической дѣятельности рѣкъ: постепенное поднятіе морского дна на счетъ размыванія суши.

Разсмотрѣвъ годовыя измѣненія иртышной воды, остановимся еще на другихъ ея свойствахъ. Что касается зимняго періода наибольшей чистоты воды, то о свойствахъ ея въ этомъ состояніи говорилось уже раньше. Свойства лѣтней воды съ начала іюля до средины августа приблизительно тѣ же, что и зимой и сказаннымъ раньше вполнѣ исчерпывается ея характеристика въ эти періоды.

Несравненно большій интересъ для насъ имѣетъ иртышная вода въ періоды наибольшаго загрязненія, т. е. весной и осенью. Свойства ея въ эти періоды также близки между собой, а потому мы здѣсь ограничимся общимъ описаніемъ мутной иртышной воды.

Весной и осенью иртышная вода имѣетъ блѣдно-желтоватый цвѣтъ, особенно ясно замѣтный въ большихъ массахъ и настолько мутна, что слой ея въ одинъ сантиметръ толщиною не позволяетъ читать обыкновеннаго печатнаго шрифта. Впрочемъ, даже въ этомъ состояніи наибольшаго загрязненія иртышная вода не обнаруживаетъ сколько нибудь замѣтнаго запаха. При продолжительномъ кипяченіи (въ теченіе получаса), она нѣсколько (мало впрочемъ) просвѣтляется, образуя осадокъ грязно-желтоватаго цвѣта. Образованіе осадка происходитъ отъ выдѣленія свертывающихся при этомъ бѣлковыхъ веществъ, находящихся, какъ видно будетъ далѣе, въ иртышной водѣ въ это время въ значительномъ количествѣ. Свертываясь, бѣлковыя вещества увлекаютъ съ собою въ осадокъ и минеральныя суспендированныя примѣси, преимущественно кремнеземъ, глину и выдѣляющіяся при кипяченіи углекислыя земли (известь и магнезію). Полнаго просвѣтленія этой мутной воды можно достигнуть дѣйствіемъ нѣкоторыхъ химическихъ реактивовъ, которые или свертываютъ бѣлковыя вещества, или же окисляютъ большинство органическихъ примѣсей. Такъ, при кипяченіи съ нѣсколькими каплями крѣпкихъ минеральныхъ кислотъ (H_2SO_4, HCL и NHO_3) иртышная вода совершенно обезцвѣчивается и просвѣтляется, образуя такой же осадокъ, какъ и просто при кипяченіи, но только менѣе обильный, что и понятно само собою, такъ какъ углекислыя земли при этомъ не выдѣляются, а остаются въ растворѣ въ видѣ солей упомянутыхъ кислотъ.

При кипяченіи съ крѣпкой уксусной кислотой происходитъ также образованіе осадка, но просвѣтленіе воды бываетъ не полное. При кипяченіи съ веществами сильно окисляющими, каковы минеральный хамелеонъ, смѣсь H_2SO_4 и $K_2Cr_2O_7$, и смѣсь NHO_3 и $KClO_3$ происходитъ полное просвѣтленіе и образованіе незначительнаго блѣднаго осадка. Полное просвѣтленіе жидкости здѣсь, очевидно, зависитъ отъ двоякаго дѣйствія этихъ реактивовъ: отъ свертыванія бѣлковыхъ веществъ и разрушенія легко окисляющихся органическихъ примѣсей.

Въ заключеніе этой главы, скажемъ нѣсколько словъ о способахъ очищенія мутной иртышной воды.

Къ механическимъ способамъ очищенія мутной иртышной воды можно отнести два: отстаиваніе и фильтрованіе. Отстаиваніе есть болѣе простой и дешевый способъ очищенія, но вмѣстѣ съ тѣмъ и болѣе мѣшкотный и дающій менѣе удовлетворительные результаты. Такъ, при отстаиваніи въ высокихъ сосудахъ въ теченіе 3—5 сутокъ, иртышная вода все-таки остается мутной. Въ осадокъ при этомъ переходитъ около $^2/_3$ всѣхъ суспендированныхъ въ ней веществъ, и оставшаяся мутность зависитъ, главнымъ образомъ, отъ органическихъ примѣсей съ небольшимъ количествомъ чрезвычайно тонкаго ила, состоящаго, какъ показало химическое изслѣдованіе, изъ глинозема, углекислой извести и незначительнаго количества кремнезема. Въ такой отстоянной водѣ желтоватый цвѣтъ становится едва замѣтнымъ и то только въ значительныхъ ея массахъ, какъ, напримѣръ, если смотрѣть сверху черезъ слой такой воды, наполняющей высокій стеклянный стаканъ, поставленный на листъ бѣлой бумаги Отстоянная въ теченіе $1^1/_2$—2 недѣль эта мутная вода хотя и дѣлается чистою, но все-таки не пріобрѣтаетъ полной прозрачности и при разсматриваніи ея при проходящемъ свѣтѣ весьма замѣтно опализируетъ. Впрочемъ въ такой водѣ совсѣмъ уже не удается обнаружить минеральныхъ примѣсей во взвѣшенномъ состояніи, а легкую ея мутность и опализацію нужно приписать присутствію органическихъ веществъ и, по всей вѣроятности, бѣлковыхъ, такъ какъ при кипяченіи такой отстоянной воды послѣдняя ея мутность и опализація исчезаютъ съ образованіемъ незначительнаго клочковатаго осадка, и жидкость становится совершенно прозрачной и безцвѣтной.

Такимъ образомъ, соединяя отстаиваніе съ кипяченіемъ, есть возможность почти вполнѣ очистить мутную иртышную воду отъ суспендированныхъ въ ней веществъ. Однако удобнѣе, чтобы послѣднее предшествовало первому. И дѣйствительно, прямые опыты показали, что прокипяченная иртышная вода отстаивается гораздо быстрѣе сырой, отстаиваніе это несравненно полнѣе, и жидкость становится почти совсѣмъ чистою (прозрачной). Кипяченіе здѣсь само по себѣ является важнымъ очищающимъ средствомъ, такъ какъ высокой температурой убиваются тѣ животные и растительные организмы, которые могутъ вредно дѣйствовать на здоровье людей.

Фильтрованіе—болѣе надежное средство для очищенія мутной иртыш-

ной воды. Однако различныя фильтрующія вещества даютъ здѣсь весьма неодинаковые результаты. Болѣе крупныя, минеральныя и органическаго происхожденія примѣси, удаляются изъ воды уже при процѣживаніи ея черезъ густой холстъ, а еще лучше черезъ войлокъ, фланель, или сукно. Однако такая вода все-таки еще мутна отъ проходящаго чрезъ поры фильтра тонкаго ила. Двукратное фильтрованіе черезъ одинъ и тотъ же кусокъ сукна даетъ лучшіе результаты и вода получается съ меньшимъ содержаніемъ ила; такая же болѣе чистая вода получается, если собирать послѣднія порціи процѣживанія чрезъ сукно, жидкость въ этомъ случаѣ получается болѣе чистая, вслѣдствіе того, что фильтръ, уже значительно засоренный осадкомъ, становится, такъ сказать, гуще и фильтруетъ полнѣе, хотя и гораздо медленнѣе. Фильтровальная бумага вообще даетъ лучшіе результаты и въ частности простая, плотная бумага фильтруетъ лучше шведской (тонкой).

Пропущенная черезъ одинъ бумажный фильтръ весенняя иртышная вода остается все-таки еще не много мутноватой и опализирующей при проходящемъ свѣтѣ; профильтрованная черезъ двойной фильтръ почти прозрачна и весьма слабо опализируетъ; двукратное же фильтрованіе черезъ одинарный фильтръ даетъ еще лучшіе результаты.

Пластинки изъ бѣлой неглазурованной глины, кокса и простого древеснаго угля весьма хорошо фильтруютъ весеннюю иртышную воду.

Но всѣ существующіе фильтры, основанные на очищающихъ способностяхъ пористой глины, кокса и древеснаго угля мало доступны большинству публики и мало практичны по ограниченности дѣйствія, особенно тамъ, гдѣ требуется очищать воду въ значительномъ количествѣ и дешевымъ способомъ, какъ, напримѣръ, въ домашнемъ хозяйствѣ. Въ этомъ случаѣ большаго предпочтенія заслуживаетъ обыкновенный песочный, или, еще лучше, угольно-песочный фильтръ, какъ по своему крайне простому, доступному для каждаго, устройству, такъ и по скорости дѣйствія и полнотѣ и совершенству очистки воды. Этотъ фильтръ имѣетъ то преимущество, что очищаетъ воду не только механически, но и химически, задерживая нѣкоторыя изъ растворимыхъ солей, какъ показали наблюденія Паркса, Уайта и др.

Химическій анализъ.

Химическое изслѣдованіе воды въ санитарномъ отношеніи обыкновенно ограничивается лишь опредѣленіемъ въ ней нѣкоторыхъ примѣсей и, главнымъ образомъ, тѣхъ, которыя своимъ присутствіемъ, при извѣстномъ количественномъ отношеніи, могутъ вредно вліять на здоровье людей. Къ такимъ вреднымъ примѣсямъ, какъ говорилось уже, принадлежатъ: органиче-

скія вещества и продукты ихъ распаденія: аміакъ, азотистая и азотная кислоты, а также хлоръ и соли сѣрной кислоты. Въ этомъ смыслѣ составлены и приведенныя выше схемы санитарнаго анализа водъ, употребляемыхъ для питья.

Техника также ставитъ условіемъ годности воды для своихъ цѣлей лишь ограниченіе количества нѣкоторыхъ ея примѣсей, при чемъ главное вниманіе обращается здѣсь на жесткость воды, т. е. нахожденіе въ ней въ значительномъ количествѣ солей, извести и магнезіи.

Но кромѣ вышеупомянутыхъ веществъ, естественныя воды, вообще, и рѣчныя въ частности, содержатъ много другихъ примѣсей, которыя, находясь въ очень небольшомъ количествѣ, не уменьшаютъ достоинствъ воды въ глазахъ гигіены и техники, и при изслѣдованіи водъ могутъ имѣть лишь теоретическій интересъ.

При изслѣдованіи иртышной воды въ 1891 г. имѣлось въ виду лишь послѣднее и только, когда, накопившійся за годъ, довольно богатый, аналитическій матеріалъ, далъ возможность подробно изучить иртышную воду съ физико-химической стороны, я, по совѣту нѣкоторыхъ лицъ, рѣшился извлечь изъ него практическіе выводы о санитарномъ и техническомъ значеніи этой воды, результатомъ чего и явилось настоящее изслѣдованіе.

Вотъ почему въ этомъ отдѣлѣ своего труда я и намѣренъ изложить полный систематическій ходъ химическаго анализа иртышной воды и представить, по возможности, полную картину годового измѣненія ея химическаго состава. Но чтобы не сдѣлать эту часть труда слишкомъ обширной и, слѣдовательно, утомительной для неспеціалистовъ, я не буду вдаваться въ описаніе методовъ изслѣдванія, а буду лишь называть ихъ общепринятыми въ химической литературѣ терминами. Этимъ я съ одной стороны избавлю лицъ, непосвященныхъ въ подробности химическаго анализа, отъ нѣсколькихъ скучныхъ страницъ спеціальнаго изложенія, а съ другой стороны дамъ возможность лицамъ, компетентнымъ въ дѣлѣ химическаго изслѣдованія, критически отнестить къ избраннымъ мною методамъ.

Здѣсь же считаю нужнымъ упомянуть, что такъ какъ изслѣдованіе иртышной воды предпринято мною первоначально лишь ради теоретическаго интереса работы, то при выполненіи этой задачи, я старался достигнуть по возможности наиболѣе точныхъ результатовъ. Вотъ почему въ качественномъ изслѣдованіи я держусь общаго полнаго способа химическаго анализа, несмотря на его кропотливость и мѣшкотность, а при отдѣльныхъ количественныхъ опредѣленіяхъ, продѣлываю ихъ всегда по нѣсколько разъ и нерѣдко комбинирую по два и по три способа вмѣстѣ, для взаимнаго контроля, чтобы тѣмъ удобнѣе достигнуть результатовъ болѣе точныхъ, чѣмъ требуется санитарной и технической практикой.

Такъ какъ въ водѣ встрѣчаются механическія примѣси и растворенныя вещества, то вопросъ о полномъ изслѣдованіи иртышной воды естественно распадается на двѣ части: 1) химическое изслѣдованіе суспендирован-

ныхъ веществъ и 2) изслѣдованіе растворенныхъ плотныхъ веществъ, или сухого остатка.

Вопросъ о количествѣ суспендированныхъ веществъ въ иртышной водѣ, составляющихъ причину ея мутности, разсмотрѣнъ былъ въ предъидущемъ отдѣлѣ. Здѣсь нужно разсмотрѣть только качественный и количественный составъ этихъ механическихъ примѣсей.

Въ теченіе всего 1891 года произведено было четыре изслѣдованія суспендированныхъ веществъ, по времени приблизительно соотвѣтствовавшія весеннему и осеннему максимумамъ и лѣтнему и зимнему минимумамъ количественнаго содержанія этихъ примѣсей въ иртышной водѣ.

Суспендированныя вещества, выдѣленныя изъ иртышной воды фильтрованіемъ, подвергались высушиванію на фильтрѣ въ воздушной банѣ въ теченіе часа при 100°С. Снятый съ фильтра высушенный осадокъ прокаливался въ фарфоровомъ тиглѣ при температурѣ краснаго каленія, для опредѣленія органическихъ веществъ. Оставшійся послѣ прокаливанія остатокъ сѣрожелтоватаго цвѣта былъ обработанъ 10% соляной кислотой при кипяченіи, при чемъ въ растворъ перешло около одной трети его. При раствореніи въ соляной кислотѣ замѣтно было сильное выдѣленіе углекислаго газа. Растворъ былъ изслѣдованъ по общему методу качественнаго анализа, который подробно описанъ при анализѣ растворенныхъ веществъ. Въ немъ было обнаружено желѣзо, известь, алюминій и фосфорная кислота. Нерастворившійся въ соляной кислотѣ осадокъ оказался состоящимъ изъ окиси алюминія (глины) и кремнезема (песка). Изслѣдованія, произведенныя въ указанные четыре періода, показали, что этотъ качественный составъ суспендированныхъ веществъ иртышной воды остается постояннымъ въ теченіе года и только количественныя отношенія составныхъ частей измѣняются, какъ видно, изъ слѣдующей таблицы, гдѣ количества составныхъ частей вычислены на 100:

ВРЕМЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ.	Органическія вещества.	Кремнеземъ.	Глиноземъ.	Известь CaO.	Желѣзо (закись).	Фосфорная кислота.	Углекислота.
Май	15	33	26,5	4	11	0,6	9,5
Іюль	6	37	29	4,6	12,5	0,9	10
Сентябрь	10	35	28	4,5	12	1	9,5
Декабрь	1	39	31	5	13	1	10

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что наибольшимъ колебаніямъ подвержено количество органическихъ веществъ, достигая наибольшей своей величины весною и наименьшей зимой.

Микроскопическое изслѣдованіе открыло въ этихъ органическихъ примѣсяхъ нѣкоторые форменные элементы, какъ-то: частички корневыхъ волосковъ и группы клѣтокъ растительной паренхимы, шерсть животныхъ и пр. Эти органическія вещества попадаютъ въ иртышную воду съ суши, при посредствѣ снѣговыхъ водъ весной и дождевыхъ лѣтомъ и осенью. Вотъ почему зимою количество этихъ веществъ такъ сильно уменьшается и тогда въ нихъ совсѣмъ не удается открыть выше указанныхъ форменныхъ элементовъ.

Что касается минеральныхъ составныхъ частей суспендированныхъ веществъ, то количества ихъ весьма мало измѣняются съ временами года, процентныя же измѣненія ихъ зависятъ, главнымъ образомъ, отъ колебанія органическихъ примѣсей.

Для количественнаго изслѣдованія растворенныхъ въ иртышной водѣ веществъ бралась вода, дважды профильтрованная черезъ бумажный фильтръ. Вода, взятая въ количествѣ двѣнадцати литровъ, подвергалась сгущенію въ фарфоровой чашкѣ при слабомъ нагрѣваніи.

Сгущеніе, такимъ образомъ, было доведено до $^1/_{75}$ первоначальнаго объема. Полученная сгущенная, желтаго цвѣта, жидкость была раздѣлена пополамъ и одна часть изслѣдовалась на металлы, другая на кислоты.

Изслѣдованіе на металлы велось по общему способу качественнаго анализа. Пропусканіе сѣроводорода въ подкисленную и подогрѣтую жидкость въ теченіе 2 сутокъ не произвело въ ней никакого осадка. Прибавленіе сѣрнистаго аммонія къ нейтрализованной аміакомъ жидкости (а) дало буро-черный осадокъ (в). Осадокъ этотъ, совершенно осѣвшій, былъ отфильтрованъ отъ жидкости (а) и промытъ на фильтрѣ сначала водой, содержащей сѣрнистый аммоній, а потомъ чистой дестиллированной водой. Промытый осадокъ обработанъ былъ слабой соляной кислотой, причемъ сразу растворился (с), и растворъ (с) имѣлъ желтоватый цвѣтъ. Проба полученнаго раствора (с) на цинкъ посредствомъ раствора $Co\ (No_3)_2$, а также проба на хромъ, сплавленіемъ осажденныхъ изъ него аміакомъ окисей съ борно-натровой солью дали отрицательные результаты.

Прибавленіе раствора желтой соли дало явственный осадокъ берлинской лазури, точно также и роданистый калій далъ въ растворѣ кровавое окрашиваніе—несомнѣнные признаки желѣза. Нагрѣваніе части раствора (с) съ сурикомъ и азотной кислотой окрасило его въ малиновый цвѣтъ марганцовой кислоты—признакъ присутствія марганца.

Послѣ этихъ предварительныхъ пробъ растворъ (с) былъ усреднѣнъ аміакомъ и обработанъ свѣжеприготовленнымъ углекислымъ баритомъ.

Полученный осадокъ (d) былъ отфильтрованъ, промытъ на фильтрѣ и растворенъ въ слабой соляной кислотѣ (е); послѣ выдѣленія изъ этого раствора (е) барія сѣрной кислотой, оставшійся растворъ былъ обработанъ избыткомъ ѣдкаго кали; осѣвшій красно-бурый осадокъ окиси желѣза (f) былъ отфильтрованъ, а въ профильтрованномъ растворѣ, прибавленіемъ раствора

нашатаря, была выдѣлена окись алюминія (g). Изъ раствора (е) былъ выдѣленъ марганецъ въ видѣ розоваго осадка сѣрнистаго марганца прибавленіемъ сѣрнистаго аммонія.

Выдѣленные такимъ образомъ окись желѣза и алюминія и сѣрнистый марганецъ были подвергнуты повѣрочнымъ опытамъ, подтвердившимъ окончательно ихъ природу.

Жидкость (а), послѣ отдѣленія отъ нея сѣрнистыхъ металловъ дѣйствіемъ сѣрнистаго аммонія, была подвергнута изслѣдованію на щелочныя земли и щелочи послѣ предварительнаго удаленія изъ нея избытко сѣрнистаго аммонія кипяченіемъ.

Для отдѣленія щелочныхъ земель, кромѣ магнія, отъ щелочей, къ жидкости (а) прибавленъ былъ растворъ углекислаго аміака, жидкость подвергнута кипяченію, и осѣвшій изъ нея, по охлажденіи, бѣлый осадокъ, былъ отфильтрованъ, промытъ и растворенъ (h) въ слабой соляной кислотѣ.

Къ части этого раствора (h) было прибавлено раствора гипса, при чемъ не произошло никакого осадка—это указало на отсутствіе въ иртышной водѣ солей барія и стронція.

Остальная часть раствора (h) была обработана растворомъ щавелевокислаго аміака, и дала обильный осадокъ щавеле-кислаго кальція.

Жидкость (а), по выдѣленіи изъ нея осадка отъ углекислаго аміака, была выпарена до-суха, и полученный остатокъ прокаленъ для полнаго удаленія аміачныхъ солей и вновь растворенъ въ дестиллированной водѣ (j). Къ раствору (j) прибавлено известковое молоко въ избыткѣ, и послѣ кипяченія и охлажденія осѣвшій осадокъ былъ отфильтрованъ отъ жидкости (j). Осадокъ былъ растворенъ въ слабой соляной кислотѣ, и къ полученному раствору прибавлено раствора щавелекислаго аміака для удаленія избытка употребленной извести (известковаго молока). Отфильтрованный отъ осадка растворъ былъ обработанъ воднымъ аміакомъ и фосфорно-натровой солью, при чемъ находившійся въ иртышной водѣ магній выдѣлился въ видѣ кристаллической фосфорно-аміачно-магнезіальной соли.

Жидкость (j) была раздѣлена на двѣ порціи и испытана порознь на щелочные металлы. Къ одной порціи было прибавлено крѣпкаго раствора винно-каменной кислоты, и по истеченіи нѣкотораго времени здѣсь выдѣлились кристаллы винно-кислаго калія.

Другая порція жидкости (j) была обработана растворомъ пиросурьмяно-кислаго калія, причемъ получился осадокъ пиросурьмяно-кислаго натра.

Всѣ выдѣленныя здѣсь соединенія металловъ были подвергнуты повѣрочнымъ реакціямъ.

Такимъ образомъ изъ металловъ въ иртышной водѣ были обнаружены: калій, натрій, магній, кальцій, алюминій, желѣзо и марганецъ. Что же касается аммонія, то присутствіе его было обнаружено Несслеровымъ реактивомъ въ отдѣльной пробѣ иртышной воды.

Открытіе кислотныхъ радикаловъ произведено было во второй поло-

видѣ сгущенной иртышной воды. Такъ какъ для кислотъ не существуетъ строго систематическихъ методовъ анализа, при помощи которыхъ можно было бы выдѣлять цѣлыя группы ихъ, то опредѣленія кислотъ производились въ отдѣльныхъ пробахъ.

Для обнаруженія углекислоты, часть жидкости была выпарена на часовомъ стеклѣ, и на сухой остатокъ налита капля соляной кислоты. Шипѣніе и отсутствіе запаха у выдѣлявшагося газа доказывало присутствіе угольной кислоты. Хлоръ былъ открытъ прибавленіемъ къ жидкости раствора ляписа, а сѣрная кислота прибавленіемъ къ отдѣльной пробѣ раствора хлористаго барія. Кремневая кислота была обнаружена обработкой сухого остатка иртышной воды крѣпкой соляной кислотой и затѣмъ раствореніемъ его въ чистой водѣ, при чемъ кремневая кислота выдѣлилась въ видѣ студенистаго осадка. Азотистая кислота въ незначительныхъ количествахъ была найдена по способу Фрезеніуса перегонной воды съ уксусной кислотой и пробой дестиллата іодокрахмальной жидкостью въ присутствіи сѣрной кислоты.

Такимъ образомъ въ иртышной водѣ найдены были слѣдующіе кислотные радикалы: хлоръ и ангидриды: угольный, сѣрный, кремневый, азотистый и слѣды азотнаго.

Для количественныхъ опредѣленій этихъ веществъ бралась, большею частію, сгущенная иртышная вода, и каждое такое опредѣленіе дѣлалось съ отдѣльнымъ количествомъ воды. Для полученія средней величины производилось каждый разъ 3—5 опредѣленій.

Методы, примѣненные при количественномъ анализѣ, были слѣдующіе:

Аміакъ опредѣлялся по цвѣтовому способу Тромсдорфа. Способъ этотъ я считалъ наиболѣе удобнымъ по своей чувствительности, принимая во вниманіе малое нахожденіе аміака въ иртышной водѣ.

Щелочи были опредѣлены по способу Фрезеніуса въ видѣ суммы хлористыхъ солей. Калій опредѣлялся въ видѣ хлоро-платината, а натрій изъ разности. Сумма солей кальція и магнія, выражающая также и жесткость воды, опредѣлялась мыльной пробой. Въ отдѣльности же кальцій былъ опредѣленъ въ видѣ щавелево-кислаго кальція вѣсовымъ и потомъ объемнымъ способомъ по методу обратнаго титрованія (способъ Мора). Магній былъ опредѣленъ вѣсовымъ способомъ въ видѣ пирофосфорно-кислаго магнія, а менѣе точно изъ разности по даннымъ мыльной пробы и непосредственнаго опредѣленія кальція.

Алюминій опредѣлялся въ видѣ окиси алюминія (Al_2O_3), осажденной аміакомъ. Желѣзо—въ видѣ окиси, вѣсовымъ способомъ и по способу Маргерита—объемнымъ. Этотъ послѣдній способъ по изяществу и точности заслуживаетъ предпочтенія.

Марганецъ былъ опредѣленъ вѣсовымъ способомъ въ видѣ сѣрнистаго марганца (MnS). Углекислота свободная и связанная вмѣстѣ была опредѣлена вѣсовымъ способомъ осажденіемъ известковой водой.

Хлоръ опредѣлялся по способу Мора титрованнымъ растворомъ азотно-кислаго серебра. Индикаторомъ конца реакціи служило $K_2Cr_2O_7$.

Сѣрная кислота—вѣсовымъ способомъ въ видѣ сѣрно-кислаго барія.

Кремневая кислота—вѣсовымъ путемъ въ чистомъ видѣ, будучи выдѣлена при обработкѣ сухого остатка крѣпкой соляной кислотой.

Азотистая кислота—по цвѣтовому способу Тромсдорфа, при помощи іодо-крахмальной жидкости. Ничтожные слѣды азотной кислоты были обнаружены въ весеннихъ водахъ по способу Шпренгеля смачиваніемъ сухого остатка каплей фенилсѣрной кислоты и послѣдующей обработкой аміакомъ.

Органическія вещества опредѣлялись титрованіемъ растворомъ минеральнаго хамелеона, въ присутствіи сѣрной кислоты, при кипяченіи въ теченіе 15 минутъ.

Органическій азотъ опредѣлялся въ видѣ аміака по способу Ванклина, Чапмана и Смита фракціонированной перегонкой жидкости сначала съ содой, а потомъ съ KHO и K_2MnO_4.

Указанный выше качественный составъ иртышной воды остается постояннымъ въ теченіе цѣлаго года, но количественныя отношенія составныхъ частей измѣняются въ болѣе или менѣе широкихъ предѣлахъ. Чтобы прослѣдить эти измѣненія въ теченіе цѣлаго 1891 года произведено было четыре количественныхъ изслѣдованія иртышной воды. Результаты этихъ изслѣдованій, для удобства сравненія, помѣщены въ слѣдующей таблицѣ:

		Зима.	Весна.	Лѣто.	Осень.	Средн.
Сухой остатокъ		200	320	280	300	275
Минер. веществъ		180	200	200	200	195
Органичес. веществъ		20	120	80	100	80
Легко окис. орг. вещ. ($KMnO_4$)		8	40	20	30	24,5
Аміакъ.	Свободный	слѣды	0,6	0,4	0,5	0,375
	Послѣ перегонки съ содой		0,3	0,2	0,2	0,175
	Бѣлковинный		0,5	0,3	0,3	0,275
Азотист. кисл. N_2O_3		слѣды	0,3	0,1	0,2	0,15
Азотная кисл. N_2O_5		0	слѣды	слѣды		—
Окись кальція CaO		65	72	75	75	71,75
Окись магнія MgO		5,3	5,5	5,6	5,6	5,5
Закись желѣза FlO		5	5,4	5,5	5,6	5,375
Закись марганца MnO		1,5	1,5	1,6	1,6	1,55
Окись калія K_2O		0,6	0,7	0,6	0,7	0,65
Окись натрія Na_2O		10,4	16,6	15	15,5	14,125
Окись алюминія		2	2,5	2,3	2,4	2,3
Сѣрная кислота So_3		15	17	16	17	16,25
Хлоръ Cl		13,6	15	14,5	14,8	14,475
Углекислота Co_2		54,5	61,5	62	62,5	60,125
Кремневая кислота Sio_2		6,5	7	7	7	6,875

Изъ приведенной здѣсь таблицы видно, что количество сухого остатка достигаетъ максимума весной и минимума зимою; вѣсъ сухого остатка осенью составляетъ среднюю величину между количествомъ весенняго и лѣтняго періодовъ. Это измѣненіе количества сухого остатка происходитъ преимущественно на счетъ органическихъ примѣсей воды, вѣсъ которыхъ въ весенній періодъ доходитъ до 12 сантигрм. на литръ, тогда какъ зимою ихъ только 2 сантиграмма. Причина такого сильнаго загрязненія воды весною заключается прежде всего, конечно, въ дѣятельности снѣговыхъ водъ, уносящихъ массу нечистотъ въ рѣку, а также этому способствуетъ и то обстоятельство, что набережная Иртыша въ Тобольскѣ содержится въ очень грязномъ видѣ, такъ какъ сюда, въ продолженіе зимы, сваливаютъ массу навоза; когда же прибываетъ вода въ рѣкѣ, то навозъ смывается ею съ берега и уносится въ рѣку.

Что касается загрязненія рѣки городскими нечистотами, то въ этомъ отношеніи имѣетъ значеніе лишь Абрамовская рѣчка, впадающая въ Иртышъ выше водоразборнаго пункта и несущая нечистоты съ значительной части города; рѣчки же Архангельская и Богородская (Курдюмка) хотя протекаютъ большую часть города, тѣмъ не менѣе, не имѣютъ вліянія на загрязненіе воды, которой пользуется Тобольскъ, такъ какъ общее устье ихъ находится ниже водоразборной пристани.

Въ лѣтній періодъ количество органическихъ веществъ хотя уменьшается на 4 снтгрм., тѣмъ не менѣе, остается значительнымъ въ продолженіе всего лѣта, а къ осени снова увеличивается. Загрязняющими веществами лѣтомъ являются тѣ же растительныя и животныя нечистоты, уносимыя съ населенныхъ береговъ рѣки дождевыми водами и съ увеличеніемъ дождей, безъ сомнѣнія, увеличивается и процентное содержаніе нечистотъ въ рѣкѣ, какъ это видно изъ слѣдующаго столбца таблицы, гдѣ увеличеніе органическихъ примѣсей осенью на 2 сантигрм. слѣдуетъ приписать единственно дѣйствію часто перепадавшихъ въ это время дождей, ибо всѣ прочія условія оставались тѣ же, что и лѣтомъ. Не мало способствуетъ загрязненію иртышной воды также и навигація, такъ какъ всѣ нечистоты съ пароходовъ и барокъ обыкновенно бросаются въ рѣку.

Въ гораздо меньшихъ предѣлахъ колеблется количество минеральныхъ примѣсей иртышной воды. Наименьшая величина здѣсь 18 снтгрм. на литръ соотвѣтствуетъ какъ и для органическихъ примѣсей зимнему времени, а наибольшая около 20 снтгрм. наблюдается въ теченіе трехъ другихъ періодовъ. Здѣсь, очевидно, зимнія минеральныя примѣси представляютъ лишь, такъ сказать, собственный минеральный составъ водъ Иртыша и его притоковъ и зависятъ какъ отъ минеральнаго состава истоковъ, такъ и отъ тѣхъ геологическихъ породъ, по какимъ проходитъ рѣка въ своемъ теченіи.

Небольшія рѣки и ручьи, промерзающія зимою насквозь, не вносятъ своихъ минеральныхъ примѣсей въ Иртышъ и не измѣняютъ этого нормальнаго состава иртышной воды. Другое дѣло въ прочія времена года, когда

пробуждается дѣятельность небольшихъ рѣчекъ и ручьевъ. Весною снѣговыя воды смываютъ съ материка массу растворенныхъ минеральныхъ веществъ и несутъ все это въ рѣку. Несмотря на значительное увеличеніе водъ Иртыша весною, процентное отношеніе минеральныхъ примѣсей въ нихъ все-таки, какъ видно изъ таблицы, увеличивается на 2 снтгрм.; это обстоятельство наводитъ на мысль, что концентрація весеннихъ снѣговыхъ водъ, вливающихся въ Иртышъ, гораздо больше, чѣмъ указанная выше нормальная концентрація иртышной воды, а тожество качественнаго состава иртышной воды за всѣ времена года доказываетъ, что геологическія породы истоковъ и русла рѣки не отличаются по своему характеру отъ породъ прочихъ частей бассейна Иртыша. Но не одни поверхностныя воды суши вліяютъ на измѣненіе минеральнаго состава иртышной воды въ весенній и лѣтній періоды.

Вода источниковъ и ключей играетъ здѣсь также большую роль.

Эти подземныя воды, въ продолженіе зимы, большею частію, находятся въ покоѣ и иссякаютъ, такъ какъ питаніе ихъ атмосферной водой прекращается. Но лишь только весною протаетъ земля, какъ снѣговыя воды даютъ снова пищу источникамъ и ключамъ и, начиная съ этого времени дѣятельность ихъ продолжается безостановочно вплоть до слѣдующаго промерзанія почвы, при чемъ лѣтомъ и осенью они питаются дождевыми водами и, слѣдовательно, дѣятельность ихъ въ это время вполнѣ зависитъ отъ сырости или сухости погоды.

Извѣстно, насколько богаты ключевыя воды минеральными солями особенно въ томъ случаѣ, когда проходятъ значительныя толщи земной коры. Углекислыя соли извести, магнезіи и желѣза здѣсь почти всегда встрѣчаются въ большихъ количествахъ, чѣмъ въ рѣчной водѣ. Такъ какъ правый берегъ Иртыша гористый на большомъ протяженіи, то ключи, питающіе рѣку съ этой стороны, выходятъ изъ-подъ значительныхъ толщъ породъ, составляющихъ нагорный правый берегъ и, слѣдовательно, обладаютъ значительнымъ содержаніемъ названныхъ выше минеральныхъ солей. Вотъ это то обстоятельство, по моему мнѣнію, достаточно объясняетъ увеличеніе содержанія извести, магнезіи и желѣза, а также и марганца, всегда сопровождающаго послѣднее на ряду съ прибавленіемъ угольной кислоты въ весенней, лѣтней и осенней иртышной водѣ. Что касается щелочей, то здѣсь значительныя количественныя измѣненія претерпѣваютъ только соли натрія, количество же калія увеличивается весною и осенью лишь по 0,1 мгрм. и лѣтомъ равно зимнему содержанію. Зная физіологическое значеніе солей калія для растеній, это обстоятельство становится понятнымъ для насъ. Въ самомъ дѣлѣ, соли калія вообще трудно выщелачиваются изъ почвы материковыми водами, а, напротивъ, въ значительной степени всасываются корнями растеній, большая часть золы которыхъ, вслѣдствіе этого, состоитъ изъ каліевыхъ солей, преимущественно поташа (углекислаго калія). Вотъ почему лѣтомъ, когда растительность въ полной силѣ и поглощаетъ

наибольшее количество питательныхъ соковъ изъ почвы, количество калія въ иртышной водѣ падаетъ до своего зимняго минимума, т. е., другими словами, ключевыя воды въ этотъ періодъ во-все не вносятъ въ Иртышъ каліевыхъ солей. Весной же, когда растительность еще не вполнѣ пробудилась и осенью, когда она близка уже къ увяданію, почва отдаетъ меньше каліевыхъ солей растеніямъ и ключевыя воды повышаютъ содержаніе калія въ иртышной водѣ.

Другое дѣло съ натріемъ. Соли его не составляютъ строительнаго матеріала для тѣла растеній и почва отдаетъ его весь подземнымъ материковымъ водамъ, обогащающимъ въ свою очередь натріемъ воду рѣкъ.

Кромѣ того извѣстно, что соли натрія, преимущественно хлористый натръ или поваренная соль, входятъ въ значительномъ количествѣ въ составъ всѣхъ естественныхъ выдѣленій животнаго организма, а также составляютъ неотъемлемую принадлежность большинства техническихъ производствъ. Поэтому-то загрязненіе Иртыша животными изверженіями и отбросами техники и хозяйства во всѣ времена года, кромѣ зимы, сопровождается и значительнымъ увеличеніемъ содержанія въ иртышной водѣ натрія, превышающимъ, какъ видно изъ таблицы, въ полтора раза содержаніе его зимой.

Познакомившись съ физическими и химическими свойствами иртышной воды, позволительно будетъ сдѣлать выводы о доброкачественности этой воды, т. е. опредѣлить, насколько она пригодна для питья и для техническихъ производствъ.

Въ главѣ о физическомъ изслѣдованіи иртышной воды сказано уже было о механическихъ примѣсяхъ ея и указаны измѣненія ихъ количества въ теченіе цѣлаго года. Въ слѣдующей главѣ показанъ элементарный составъ этихъ примѣсей и количественныя колебанія его по временамъ года.

Изъ приведенной тамъ таблицы видно, что значительный процентъ механическихъ примѣсей иртышной воды составляютъ органическія вещества, особенно весною (15%) и осенью (10%). Вещества эти, частію растительнаго, частію животнаго происхожденія, попадаютъ въ воду, большею частію уже въ состояніи разложенія, которое еще дѣятельнѣе происходитъ въ самой рѣчной водѣ. Результатомъ этого разложенія въ водѣ являются различныя сложныя органическія группы, болѣе или менѣе вредно вліяющія на здоровье потребителей такой воды. Нѣкоторые изъ продуктовъ разложенія этихъ суспендированныхъ органическихъ примѣсей переходятъ въ растворъ и, слѣдовательно, еще болѣе заражаютъ воду, такъ какъ въ растворенномъ состояніи они легче проникаютъ въ пищеварительные органы. Но и помимо растворенныхъ, механическія органическія примѣси воды, находящіяся въ

состоянiи гнiенiя, могутъ угрожать значительной опасностью для здоровья и потому весьма нежелательны въ водѣ, употребляемой для питья. Попадая въ пищеварительные органы, они производятъ разстройства пищеваренiя и катарры, а также могутъ вызвать гнилостное распаденiе содержимаго кишекъ и быть причиною дизентерiи.

Наконецъ, гнiющiя органическiя вещества представляютъ самый благопрiятный субстратъ для развитiя всевозможныхъ микроорганизмовъ и болѣзнетворныхъ зародышей, и съ этой стороны опасность отъ нихъ еще болѣе возрастаетъ.

Вещества эти являются, такимъ образомъ, носителями и проводниками въ организмѣ людей и животныхъ этихъ болѣзнетворныхъ зародышей и производятъ эпидемическiя и эпизоотическiя заболѣванiя.

Что касается минеральнаго состава суспендированныхъ въ иртышной водѣ веществъ, то здѣсь значительный процентъ составляютъ кремнеземъ, въ видѣ очень тонкаго песка (33—39%), и глина (27—31%), далѣе—углекислыя и отчасти фосфорно-кислыя соли извести и желѣза.

Вещества эти не могутъ имѣть непосредственнаго патогенетическаго значенiя для организма, но какъ вещества механически раздражающiя и засоряющiя кишечный каналъ, могутъ располагать къ заболѣванiямъ, обусловливаемымъ другими болѣзнетворными началами.

Далѣе, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ вода является, какъ растворитель, или механическая примѣсь, будь то въ техническихъ производствахъ, или въ домашнемъ хозяйствѣ, она должна быть, по возможности, чище. И чѣмъ полнѣе достигается это условiе, тѣмъ совершеннѣе производство, и тѣмъ высшаго достоинства будетъ, при прочихъ равныхъ условiяхъ, добываемый продуктъ.

Въ производствахъ, основанныхъ на броженiи, каковы винокуренное, пивоваренное и медоваренное, гдѣ вода играетъ роль не только механической примѣси при приготовленiи бражки и сусла, но является также и растворителемъ для сахаристыхъ веществъ, переходящихъ при броженiи въ спиртъ и углекислоту, она должна быть свободна какъ отъ минеральныхъ, такъ и особенно отъ органическихъ суспендированныхъ веществъ. Минеральныя вещества, находясь въ значительномъ количествѣ, какъ это бываетъ весной и осенью въ иртышной водѣ, могутъ замедлить процессъ броженiя бражки, хотя на качество вырабатываемаго напитка онѣ, по своей нерастворимости, за исключенiемъ развѣ извести и желѣза, переходящихъ въ растворъ въ видѣ солей, развивающихся при броженiи органическихъ кислотъ, и въ видѣ сахаратовъ, не могутъ имѣть существеннаго влiянiя. Впрочемъ, въ водочномъ производствѣ, перегонка выработаннаго спирта исключаетъ возможность перехода минеральныхъ примѣсей въ напитокъ. Органическiя суспендированныя примѣси воды болѣе вредны для указанныхъ производствъ. Органическiя вещества, находящiяся въ состоянiи гнiенiя, какъ это бываетъ въ весенней и осенней иртышной водѣ, попадая въ среду, гдѣ происходитъ

спиртовое броженіе, естественно будутъ подвергаться дальнѣйшему разложенію и результатомъ этого разложенія появятся растворимыя и летучія органическія вещества, каковы спирты и кислоты высшаго порядка, которыя, по своей растворимости и летучести, перейдутъ и въ вырабатываемый продуктъ.

Въ производствахъ крахмальномъ, мыловаренномъ, маслобойномъ, писчебумажномъ и кожевенномъ, гдѣ вода потребляется въ большихъ количествахъ, она должна быть по возможности очищена отъ механическихъ примѣсей. Здѣсь суспендированныя вещества воды, какъ минеральныя, такъ и органическія, переходятъ въ вырабатываемый продуктъ, въ большей или меньшей степени загрязняютъ его и, слѣдовательно, понижаютъ его достоинство и цѣнность.

Въ глиняномъ, гончарномъ и кирпичномъ производствахъ вода играетъ лишь роль механической примѣси. Такъ какъ издѣлія этихъ производствъ подвергаются обжиганію, т. е. дѣйствію высокой температуры, то здѣсь особенно вредна примѣсь органическихъ веществъ въ водѣ въ значительномъ количествѣ.

При обжиганіи кирпича и глиняной посуды органическія вещества, попавшія съ водой въ глину, обугливаются, или совершенно сгораютъ въ ней и, слѣдовательно, дѣлаютъ эти издѣлія болѣе пористыми, а поэтому менѣе прочными.

Минеральныя примѣси здѣсь менѣе опасны. Впрочемъ, известь и желѣзо могутъ быть вредны въ посудѣ, предназначенной для кислыхъ жидкостей, а большія количества песка дѣлаютъ эти издѣлія менѣе прочными.

Что касается химическихъ производствъ, каковы содовое, поташное и пр., то употребляемая здѣсь вода должна быть совершенно свободна отъ механическихъ примѣсей.

Употребленіе воды въ домашнемъ хозяйствѣ не менѣе значительно и разнообразно. Не говоря уже о тѣхъ случаяхъ, гдѣ вода употребляется какъ напитокъ, или для приготовленія пищи—здѣсь гигіена требуетъ по возможности большей чистоты ея, но и тамъ, гдѣ жидкость эта имѣетъ болѣе посредственное значеніе, какъ, напр., при заготовленіи въ прокъ различныхъ съѣстныхъ припасовъ, при мойкѣ бѣлья и т. п, она также должна быть свободна отъ механическихъ примѣсей. Такъ какъ заготовленіе съѣстныхъ припасовъ на зиму производится преимущественно въ осеннее время, когда иртышная вода содержитъ значительное количество мути, то, предъ употребленіемъ въ дѣло, воду эту необходимо очищать отъ механическихъ примѣсей. Правда, примѣси эти не могутъ здѣсь имѣть прямого патогенетическаго значенія, такъ какъ наиболѣе вредная часть ихъ—органическія вещества обезвреживаются употребляемыми при этомъ консервирующими средствами, каковы соль при засолѣ и уксусная кислота при маринованіи; но тѣмъ не менѣе механическія примѣси воды, попадая въ заготовляемые въ прокъ припасы, загрязняютъ ихъ и уменьшаютъ ихъ вкусовыя достоинства, а при маломъ количествѣ консервирующихъ веществъ могутъ развить гнилое бро-

женіе и, слѣдовательно, произвести порчу продукта.

Мойка бѣлья уже принципіально требуетъ чистой воды и грязная вода не годна для этой цѣли. И, дѣйствительно, бѣлье, которое стирается или ополаскивается послѣ стирки въ мутной весенней или осенней иртышной водѣ, пріобрѣтаетъ замѣтный желтоватый оттѣнокъ и при подсиниваніи требуетъ большаго количества синки, чѣмъ въ другія времена года.

Выше было уже говорено, что мутная иртышная вода легче отстаивается послѣ кипяченія. При этомъ двууглекислыя соли извести, магнезіи и желѣза переходятъ въ углекислыя, выдѣляются изъ раствора и увлекаютъ въ осадокъ большую часть суспендированныхъ въ водѣ веществъ. Явленіе это особенно имѣетъ мѣсто тамъ, гдѣ происходитъ продолжительное кипяченіе значительныхъ количествъ воды, какъ, напримѣръ, въ паровыхъ котлахъ, перегонныхъ кубахъ, въ самоварахъ и пр. Осадокъ въ этомъ случаѣ ложится плотнымъ слоемъ на разогрѣтыхъ стѣнкахъ сосуда, въ которомъ происходитъ кипяченіе и плотно пристаетъ къ нимъ, образуя, такъ называемую, накипь. Изслѣдованіе состава самоварной накипи, а также накипи изъ перегоннаго куба для дестилляціи воды (въ аптекѣ Дементьева) показало, что количество кремнезема и глины здѣсь остается почти то же, что и въ суспендированномъ состояніи, количество же извести возрастаетъ втрое, количество желѣза на 4%, появляется магній (около 3%) и слѣды марганца.

Эту разницу въ составѣ и нужно объяснить выдѣленіемъ изъ раствора углекислыхъ солей кальція, желѣза, магнія и марганца, но органическія вещества въ самоварной и котельной накипи находятся въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ средняя величина ихъ за годъ въ иртышной водѣ (менѣе 8%). Это, по всей вѣроятности, происходитъ отъ разрушенія части органическихъ примѣсей уже при температурѣ кипѣнія воды.

Само собою понятно, что весенняя и осенняя иртышная вода даетъ наибольшія количества накипи. Съ другой стороны извѣстно, что котельная накипь представляетъ дурной проводникъ тепла, а это обстоятельство вызываетъ потребность въ большемъ нагрѣваніи, т. е. лишній расходъ топлива. Наконецъ, трещины въ слоѣ котельной накипи, происходящія отъ неравномѣрной теплопроводимости и неодинаковости коэффиціентовъ расширенія вещества накипи и матеріала, изъ котораго сдѣланъ паровой котелъ, служатъ главною причиною столь опасныхъ взрывовъ паровиковъ.

Эти неудобства могутъ быть въ значительной степени уменьшены, если употреблять для питанія паровыхъ котловъ иртышную воду, очищенную отъ механическихъ примѣсей. Конечно, и такая вода дастъ накипь, но образованіе накипи будетъ здѣсь происходить гораздо медленнѣе.

Все, что сказано здѣсь въ немногихъ словахъ о значеніи механическихъ примѣсей воды въ санитарномъ отношеніи, а также съ точки зрѣнія техники и домашняго хозяйства, въ достаточной степени выясняетъ ихъ вредное вліяніе и необходимость возможно полнаго очищенія воды, употребляемой въ житейской практикѣ.

Въ природѣ нѣтъ воды абсолютно чистой и всѣ естественныя воды, не исключая даже и атмосферныхъ, содержатъ большее или меньшее количество суспендированныхъ веществъ. Поэтому понятіе о физической чистотѣ воды есть понятіе относительное и нельзя установить точныхъ предѣльныхъ величинъ для механическихъ примѣсей, переходя за которыя вода считалась бы механически засоренной и требующей очищенія.

Но въ нашемъ частномъ случаѣ для иртышной воды мы постараемся, въ видахъ практическаго удобства, провести такую границу.

Мы видѣли, что количество суспендированныхъ веществъ колеблется въ иртышной водѣ въ теченіе года въ довольно широкихъ предѣлахъ, между 0,01 и 0,27 грм. на литръ, при чемъ минимумъ приходится, какъ видно изъ I таблицы, на зимніе мѣсяцы декабрь, январь и февраль. Съ конца февраля до конца мая происходитъ постепенное увеличеніе суспендированныхъ веществъ, а съ іюня до половины іюля постепенное уменьшеніе ихъ. Съ половины іюля до половины августа наблюдается лѣтній минимумъ суспендированныхъ веществъ въ 5 сntгрм. на литръ, а далѣе снова увеличеніе ихъ до конца сентября и потомъ паденіе до зимняго минимума къ концу ноября. При изслѣдованіи физическихъ свойствъ зимней иртышной воды мы видѣли, что она обладаетъ въ это время наибольшей чистотою и прозрачностью и съ этой стороны можетъ считаться вполнѣ удовлетворительной. И если бы мы приняли эту воду за норму, а воду всего остального времени года считали засореной, то намъ пришлось бы слишкомъ съузить періодъ непосредственной годности иртышной воды, ограничивъ его лишь тремя зимними мѣсяцами.

Но вода лѣтняго періода съ содержаніемъ 5 сантиграммовъ на литръ суспендированныхъ веществъ, какъ оказалось по своимъ физическимъ свойствамъ, мало отличается отъ зимней: она даетъ весьма небольшой осадокъ при отстаиваніи и даже при кипяченіи, фильтруется сквозь пропускную бумагу легко и быстро и обладаетъ весьма значительной прозрачностью. Количество суспендированныхъ органическихъ веществъ въ это время доходитъ въ ней лишь до 3 мгр. на литръ.

Эти свойства лѣтней иртышной воды едва ли, мнѣ кажется, могутъ возбудить какое-либо опасеніе въ употребленіи ея безъ предварительнаго очищенія.

Вотъ почему, не рискуя впасть въ грубую ошибку, я нахожу возможнымъ принять лѣтнюю иртышную воду, содержащую 5 сантиграммовъ суспендированныхъ веществъ за возможный терпимый предѣлъ засоренія иртышной воды. Разъ принявъ такой критерій, мы должны считать зимнюю воду выше нормальной, а воду съ содержаніемъ болѣе 5 сптгрм. механическихъ примѣсей, негодной непосредственно къ употребленію и требующей очистки.

Такимъ образомъ, какъ видно изъ I таблицы, съ точки зрѣнія физическихъ свойствъ, иртышная вода можетъ быть употребляема безъ вреда въ

питье и для техники, не подвергаясь очищенію съ начала ноября почти до конца марта и съ половины іюля до половины августа, т. е. приблизительно въ теченіе 6-ти мѣсяцевъ; вода же остальныхъ шести мѣсяцевъ, т. е. съ конца марта до половины іюля и съ половины августа до начала ноября, должна быть признана загрязненной и употребляться въ дѣло не иначе, какъ послѣ предварительнаго очищенія.

Вопросъ объ очищеніи иртышной воды для Тобольска является тѣмъ болѣе затрудительнымъ, что городъ этотъ не имѣетъ правильнаго водоснабженія. Въ городахъ, пользующихся водопроводами, забота объ очищеніи воды лежитъ на обязанности обществъ водоснабженія и вода очищается разомъ въ большомъ количествѣ. Но такъ какъ для Тобольска водопроводъ пока составляетъ лишь pium desiderium и то въ отдаленномъ будущемъ, то здѣсь вопросъ объ очищеніи иртышной воды долженъ быть вопросомъ каждаго отдѣльнаго хозяйства.

Во второй главѣ этого сочиненія разсмотрѣны способы очищенія мутной иртышной воды. Поэтому здѣсь мы только въ краткихъ словахъ еще разъ напомнимъ о механическихъ способахъ очищенія: кипяченіи, соединенномъ съ отстаиваніемъ, и фильтрованіи. Кипяченіе не только осаждаетъ изъ раствора углекислыя соли извести, магнезіи и желѣза, слѣдовательно, дѣлаетъ воду мягче, но и убиваетъ всѣ микроорганизмы, какіе, безъ сомнѣнія, находятся въ мутной иртышной водѣ. Вотъ почему весной и осенью слѣдовало бы употреблять въ питье лишь прокипяченную воду.

Что касается фильтрованія, то весьма отрадно отмѣтить то обстоятельство, что жители г. Тобольска сами сознаютъ его необходимость, такъ какъ въ продажѣ существуютъ даже особые глиняные колоколообразные сосуды, весьма удобные для этой цѣли. Здѣсь нужно еще разъ напомнить, что песокъ перeслоенный, съ хорошо прокаленнымъ древеснымъ углемъ, составляетъ лучшій фильтрующій матеріалъ, заслуживающій предпочтенія передъ всѣми прочими.

Чтобы опредѣлить доброкачественность иртышной воды съ точки зрѣнія ея химическаго состава, намъ нужно припомнить, что было сказано въ началѣ этого сочиненія о тѣхъ предѣльныхъ величинахъ, какія полагаются гигіеной для растворенныхъ въ водѣ примѣсей. Мы видѣли, что по этому вопросу мнѣнія гигіенистовъ нѣсколько расходятся. Поэтому, не имѣя достаточнаго основанія отдать предпочтеніе кому-либо изъ указанныхъ нами раньше авторитетовъ, считаемъ позволительнымъ взять среднія изъ указанныхъ ими предѣльныхъ величинъ для растворенныхъ въ водѣ примѣсей.

Эти величины, выраженныя въ милиграммахъ на литръ, мы помѣщаемъ на ряду съ таблицей химическаго анализа растворенныхъ веществъ:

	Зима.	Весна.	Лѣто.	Осень.	Среднія за годъ.	Предѣльныя величины.
Сухой остатокъ	200	320	280	300	275	500
Минеральныя вещества . .	180	200	200	200	195	—
Органическія вещества . . .	20	120	80	100	80	50
Легко окис. орг. вещ. ($KMnO_4$)	8	40	20	30	24,5	9,3
Амiакъ. Свободный	слѣды	0,6	0,4	0,5	0,375	0,5
Амiакъ. Послѣ перегонки съ содой		0,3	0,2	0,2	0,175	0,02
Амiакъ. Бѣлковинный		0,5	0,3	0,3	0,275	0,07
Азотист. кисл. N_2O_3 . . .		0,3	0,1	0,2	0,15	0
Азотная кисл. N_2O_5	0	слѣ	ды слѣ	ды	—	10,25
Окись кальція CaO	65	72	75	75	71,75	190
Окись магнія MgO	5,3	5,5	5,6	5,6	5,5	
Закись желѣза FeO	5	5,4	5,5	5,6	5,375	3
Закись марганца MnO . . .	1,5	1,5	1,6	1,6	1,55	—
Окись калія K_2O	0,6	0,7	0,6	0,7	0,65	—
Окись натрія Na_2O	10,4	15,6	15	15,5	14,125	—
Окись алюминія	2	2,5	2,3	2,4	2,3	—
Сѣрная кислота SO_3	15	17	16	17	16,25	74,3
Хлоръ Cl	13,6	15	14,5	14,8	14,475	16,5
Углекислота CO_2	54,5	61,5	62	62,5	60,125	—
Кремневая кислота SiO_2 . .	6,5	7	7	7	6,875	30

Теперь сравнимъ добытыя химическимъ изслѣдованіемъ величины для иртышной воды съ указанными сейчасъ предѣльными.

Количество сухого остатка въ иртышной водѣ, какъ мы видимъ изъ таблицы, колеблется между 200—320 мгр. на литръ; слѣдовательно, даже весенній максимумъ растворенныхъ въ иртышной водѣ веществъ будетъ ниже предѣльной величины на 180 мгр., зимній же минимумъ въ 2,5 раза меньше предѣла, полагаемаго гигіеной.

Но если мы бросимъ взглядъ на вторую строку нашей таблицы, то увидимъ, что среднее количество минеральныхъ веществъ въ иртышной водѣ за весь годъ будетъ въ 2,3 раза меньше предѣла; для зимнихъ же мѣсяцевъ этотъ знаменатель отношенія равенъ, какъ и для всего сухого остатка, 2,5.

Итакъ, общее количество сухого остатка иртышной воды значительно меньше предѣльной величины, количество же растворенныхъ минеральныхъ примѣсей не достигаетъ и половины предѣла, полагаемаго гигіеной. Слѣдовательно, если нельзя сказать, что иртышная вода бѣдна минеральными солями, то во всякомъ случаѣ количество ихъ нужно признать ниже средняго (225).

Совсѣмъ другое надо сказать относительно органическихъ примѣсей иртышной воды. Количество ихъ колеблется въ широкихъ предѣлахъ отъ 20 до 120 мгр. на литръ съ средней годовой величиной въ 80 мгр. Слѣдо-

вательно вѣсъ зимнихъ органическихъ веществъ иртышной воды въ $2^1/_2$ раза ниже предѣла, въ остальныя же времена года онъ, какъ видно изъ таблицы, весьма значительно превосходитъ максимумъ, полагаемый гигіеной, а именно: весною почти въ 2,5 раза, лѣтомъ почти въ 1,5 и осенью вдвое.

Въ непосредственной связи съ общей суммой органическихъ веществъ находятся и легко окисляемыя органическія вещества и количество аміака и кислотъ азотистой и азотной. Окисляемость, выраженная въ числовыхъ единицахъ минеральнаго хамелеона, колеблется для иртышной воды между 8 и 40 мгр. на литръ, слѣдовательно, въ этомъ отношеніи только зимняя иртышная вода стоитъ близко къ предѣлу, лѣтняя вода превышаетъ его болѣе, чѣмъ вдвое, осенняя втрое и весенняя—вчетверо, средняя же годовая величина окисляемости иртышной воды близка къ утроенной предѣльной. Аміакъ, который зимою лишь едва замѣтенъ въ иртышной водѣ, въ весенней водѣ превосходитъ предѣльную величину на 0,1 мгр., лѣтомъ на столько же меньше ея, а осенью равенъ предѣлу. Аміакъ, выдѣляющійся при перегонкѣ иртышной воды съ содой, едва обнаруживаемый зимою, весной доходитъ до 0,3, а лѣтомъ и осенью до 0,2 мгр. на литръ, превосходя въ средней годовой величинѣ почти въ 9 разъ возможный максимумъ.

Это обстоятельство указываетъ на присутствіе въ иртышной водѣ теплаго времени года значительныхъ количествъ мочевины, мочевой кислоты и тому подобныхъ органическихъ веществъ. О большомъ количествѣ бѣлковыхъ веществъ въ иртышной водѣ, кромѣ зимняго времени, можно заключить по количеству аміака, выдѣляющагося при перегонкѣ иртышной воды со смѣсью ѣдкаго кали и минеральнаго хамелеона, такъ какъ въ среднемъ количество этого альбуминоиднаго аміака за годъ, какъ видно изъ таблицы, превосходитъ терпимый максимумъ почти вчетверо.

Количество азотистой кислоты, которой вовсе не должно быть въ водѣ, употребляемой для питья, заключается въ иртышной водѣ между едва замѣтными слѣдами и 0,3 мграм., въ среднемъ же около 0,15 мгр. на литръ. Это обстоятельство тѣмъ болѣе неутѣшительно, что всѣ реакціи на азотную кислоту показываютъ лишь слѣды ея присутствія въ иртышной водѣ.

Изъ этого мы должны заключить, что органическія вещества иртышной воды, взятой вблизи Тобольска, т. е. той, которой пользуются его жители, находятся, такъ сказать, въ срединѣ процесса разложенія, такъ какъ въ нихъ обнаруживается значительное количество промежуточныхъ продуктовъ окисленія (аміакъ и азотистая кислота) и весьма мало конечныхъ (азотная кислота).

Что касается минеральныхъ растворимыхъ примѣсей, то изъ нихъ для гигіены имѣютъ значеніе только хлоръ, сѣрная кислота, отчасти желѣзо, кремнеземъ и щелочныя земли. Но эти вещества не могутъ имѣть для насъ большаго значенія уже потому, что количества ихъ въ иртышной водѣ, какъ видимъ, значительно меньше предѣльныхъ.

Такъ, количество хлора даже въ весенней иртышной водѣ меньше пре-

дѣла почти на 1,5 мгр., количество сѣрной кислоты и кремнезема составляетъ менѣе 1/4 предѣла, сумма окисей щелочныхъ земель менѣе половины, и только желѣзо въ среднемъ превышаетъ предѣлъ на 2,375 мгр.

Такимъ образомъ, минеральный составъ иртышной воды въ общемъ можно считать далеко не достигающимъ того предѣла, который полагается гигіеной для употребляемой въ питье воды, и съ этой стороны иртышная вода за всѣ времена года должна быть признана безвредной.

Этотъ бѣглый обзоръ данныхъ химическаго анализа иртышной воды и сравненіе ихъ съ предѣльными величинами, полагаемыми гигіеной для растворенныхъ въ водѣ постороннихъ примѣсей даетъ уже возможность сдѣлать окончательные выводы о доброкачественности иртышной воды.

Мы видѣли, что по количеству сухого остатка вообще и минеральныхъ солей въ частности, иртышная вода не выходитъ изъ предѣловъ, положенныхъ гигіеной, при чемъ зимой количество минеральныхъ солей становится еще меньше.

Качественный составъ минеральныхъ примѣсей иртышной воды также не можетъ служить предметомъ опасеній, такъ какъ въ ней не найдено такихъ веществъ, которыя вообще не желательны въ водѣ, употребляемой для питья. Однимъ словомъ, минеральный составъ иртышной воды за всѣ времена года нужно признать вполнѣ удовлетворительнымъ.

Не то приходится сказать относительно органическихъ примѣсей иртышной воды. Примѣси эти, какъ мы видѣли, только въ зимніе мѣсяцы встрѣчаются въ иртышной водѣ въ количествахъ, терпимыхъ гигіеной. Въ остальныя же времена года, особенно весной и осенью, онѣ въ нѣсколько разъ превосходятъ предѣлъ, полагаемый гигіеной; продукты неполнаго окисленія этихъ органическихъ веществъ варьируютъ въ томъ же смыслѣ въ теченіе года, при чемъ въ теплый періодъ года въ иртышной водѣ находится даже азотистая кислота.

Это обстоятельство, какъ уже говорилось, указываетъ на неполное окисленіе органическихъ примѣсей иртышной воды вблизи Тобольска, т. е. на такое состояніе ихъ, въ которомъ онѣ наиболѣе опасны для здоровья потребителей такой воды.

Такимъ образомъ, эта сторона химическаго изслѣдованія иртышной воды даетъ весьма неблагопріятныя показанія для оцѣнки ея въ санитарномъ отношеніи. Это же значительное количество гніющихъ органическихъ примѣсей въ иртышной водѣ не можетъ не отозваться вредно и на тѣхъ техническихъ производствахъ, гдѣ въ значительныхъ количествахъ входитъ вода какъ растворитель, или механическая примѣсь, и гдѣ, какъ указано было выше, суспендированныя органическія примѣси загрязняютъ или портятъ, въ смыслѣ разложенія, вырабатываемый продуктъ.

Слѣдовательно, производства: винокуренное, пивоваренное, медоваренное, крахмальное, писчебумажное, маслобойное, мыловаренное и т. п. не могутъ пользоваться не очищенной иртышной водой теплаго времени года

безъ вреда для вырабатываемыхъ ими продуктовъ. Раньше, при изслѣдованіи иртышной воды на механическія примѣси, мы пришли къ заключенію, что вода лѣтняго періода не нуждается въ механической очисткѣ. Теперь же анализъ растворенныхъ въ водѣ веществъ показалъ намъ, что и лѣтомъ иртышная вода содержитъ значительныя, далеко переходящія предѣлъ, количества растворенныхъ органическихъ примѣсей. Удаленіе изъ воды этихъ примѣсей должно составлять заботу гигіены и техники. Слѣдовательно, съ точки зрѣнія химическаго состава растворенныхъ веществъ и именно органическихъ, иртышная вода не только весенняя и осенняя, но и лѣтняя, должна быть подвергнута очищенію передъ употребленіемъ въ дѣло.

Во второй главѣ нашего труда было уже упомянуто, что угольно-песочный фильтръ очищаетъ не только механически, но и химически, удерживая, отчасти, какъ минеральныя, такъ и въ еще большей степени, органическія растворенныя вещества воды, особенно въ томъ случаѣ, если употребленъ костяной уголь. Слѣдовательно, для химическаго очищенія лѣтней иртышной воды, можно пользоваться тѣмъ же угольно-песочнымъ фильтромъ. Но такъ какъ малое количество механическихъ примѣсей въ лѣтней водѣ дѣлаетъ излишнимъ собственно фильтрованіе ея, то для удаленія органическихъ растворенныхъ веществъ удобнѣе пользоваться другими способами, каковы: кипяченіе и обработка воды нѣкоторыми веществами. Кипяченіе полезно въ томъ смыслѣ, что убиваетъ находящіеся въ водѣ микроорганизмы и останавливаетъ процессъ разложенія органическихъ веществъ. Соединенное съ отстаиваніемъ, оно даетъ весьма хорошіе результаты для иртышной воды всего теплаго времени года, очищая ее не только механически, но и химически. Изъ химическихъ способовъ очищенія лѣтней иртышной воды можно рекомендовать слѣдующіе:

Способъ Берда, состоящій въ прибавленіи къ водѣ солей глинозема, осаждающихъ органическія вещества. Для этого обыкновенно берутся квасцы въ количествѣ 0,805 грм. на литръ или около $2^1/_3$ золотника на одно ведро воды.

Дубильныя вещества и настой чая образуютъ также осадки съ органическими веществами воды и потому издавна употребляются въ Китаѣ и Индіи для очищенія воды.

Но наиболѣе дѣйствительнымъ въ этомъ случаѣ средствомъ нужно считать прибавленіе къ водѣ раствора минеральнаго хамелеона или марганцово-кислаго кали, окисляющаго органическія примѣси и дѣлающаго даже совершенно испорченную органическими примѣсями воду, годною къ употребленію. Растворъ минеральнаго хамелеона прибавляется къ водѣ по каплямъ до тѣхъ поръ, пока вода не окрасится въ едва замѣтный розовый цвѣтъ, не исчезающій въ теченіе 15-ти минутъ.

Въ заключеніе постараемся охарактеризовать иртышную воду въ немногихъ словахъ на основаніи ея физико-химическихъ свойствъ. Для этого мы не находимъ лучшаго критерія, какъ приведенная въ началѣ статьи

схема Паркса, который по физико-химическимъ свойствамъ дѣлитъ воду на 4 категоріи. Но такъ какъ вода р. Иртыша, какъ мы видѣли, въ различныя времена года обладаетъ далеко не одинаковыми свойствами, то и приходится характеризовать ее отдѣльно для каждаго времени года.

Сравнивая физико-химическія свойства зимней иртышной воды съ схемой Паркса, мы видимъ, что воду эту, въ теченіе зимнихъ трехъ мѣсяцевъ, можно подвести лишь подъ вторую категорію схемы, т. е. назвать „годною еще къ употребленію водою". Этимъ именемъ, съ нѣкоторой натяжкой, можно назвать и лѣтнюю воду, если игнорировать количество растворенныхъ въ ней органическихъ примѣсей и продуктовъ ихъ распаденія.

Если же обратить вниманіе на эти послѣднія, то лѣтнюю воду, а тѣмъ болѣе воду весны и осени, слѣдуетъ назвать „подозрительной" и даже „нечистой", требующей предварительнаго систематическаго очищенія.



